ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JUILLET 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de Sir *William Ramsay*, pour occuper, dans la Section des Associés étrangers, la place laissée vacante par le décès de M. *Robert Koch*.

Il est donné lecture de ce Décret.

M. le **Président** annonce dans les termes suivants la mort de M. *Schiaparelli :*

Messieurs, j'ai de nouveau le triste devoir d'annoncer à l'Académie la mort d'un de ses Associés étrangers, M. Schiaparelli, directeur de l'Observatoire de Milan, qui vient de mourir dans cette ville, avait été élu Correspondant en 1879 et Associé étranger en 1902.

Plusieurs des nombreux travaux du célèbre astronome ont eu un grand retentissement. Je rappellerai tout particulièrement ses belles recherches sur la liaison entre les comètes et quelques amas d'étoiles filantes; ces essaims sont parfois des débris de comètes. Ainsi, calculant l'orbite de l'essaim des Perséides, Schiaparelli put reconnaître l'identité de sa trajectoire avec celle d'une comète parue en 1862. Dans un Ouvrage qui est un modèle de sagacité et d'érudition, notre confrère expliqua toutes les circonstances qui se rattachent à l'apparition des principaux groupes d'étoiles filantes, rendant compte de leur abondance plus ou moins grande suivant l'époque de l'année ou l'heure de la nuit.

Observateur d'élite, Schiaparelli a fait de très nombreuses mesures d'étoiles doubles. Il s'attaqua aussi à la question de la durée de la rotation des planètes Mercure et Vénus. L'annonce, faite par lui, que les durées des rotations de ces planètes sont égales aux temps de leurs révolutions sidérales, c'est-à-dire à 88 et 225 jours, fit grande sensation parmi les astronomes. Il ne semble pas qu'on puisse se prononcer encore avec certitude sur ces résultats. Il en est de même pour les configurations décrites sur Mars par Schiaparelli et désignées sous le nom de *canaux ;* ils ont leurs partisans enthousiastes souvent pleins d'imagination, mais aussi leurs adversaires opiniâtres. Quoi qu'il en soit de l'avenir, les études de Schiaparelli auront montré une nouvelle fois les grandes difficultés que présente l'observation des surfaces des planètes les plus voisines de la Terre, où tant d'illusions d'optique sont à redouter.

L'astronome de Milan fut aussi un historien de la Science. Il a publié un Volume sur *Les Précurseurs de Copernic*, et un autre sur *Les Sphères homocentriques d'Eudoxe*. Il y fait preuve d'une vaste érudition et d'une connaissance approfondie de la littérature classique de l'antiquité. Le second Ouvrage, particulièrement, résout complètement un point intéressant de l'histoire de l'Astronomie. Schiaparelli dissipe entièrement l'obscurité qui planait sur la doctrine des vingt-sept sphères mobiles avec lesquelles Eudoxe, et après lui Aristote, expliquaient les mouvements des astres.

L'Académie s'associe aux regrets que cause à l'Italie la mort du savant illustre et de l'écrivain distingué qu'elle vient de perdre.

M. Wolf donne lecture de la Notice suivante :

La mort frappe à coups redoublés sur nos associés étrangers. En moins d'un an, nous en avons perdu trois, Newcomb, Agassiz et Robert Koch, et voilà que disparaît le plus illustre des astronomes italiens : Giovanni Virginio Schiaparelli, Directeur émérite de l'Observatoire de Milan, est mort le 4 juillet. L'Astronomie n'est plus représentée dans cette section de l'Académie.

Schiaparelli était né dans les premiers jours de mars 1835 à Savigliano, petite ville du haut Piémont. Après ses premières études au collège local, il passa à l'Université de Turin et en sortit en 1854 avec le diplôme d'Ingénieur Architecte. Mais ses goûts le portaient vers l'Astronomie, et en 1856 il obtint du Gouvernement sarde le subside nécessaire pour suivre à Berlin

les cours d'Astronomie théorique et pratique professés par Encke. Deux ans après, il passa à Poulkova et y séjourna une année entière. Ainsi préparé, il fut rappelé à Milan comme second Astronome de l'Observatoire de Brera, sous la direction de Carlini. Celui-ci mourut bientôt (1862) et Schiaparelli, qui s'était déjà fait connaître par la découverte de la 69ᵉ petite planète Hesperia, fut promu premier Astronome et Directeur.

Le premier devoir du Directeur était, à cette époque, de pourvoir à la publication des célèbres *Éphémérides de Milan*, fondées en 1775 par Angelo Cesaris et continuées sans interruption par ses successeurs. Lourde charge qui laissait peu de loisir pour l'observation et les recherches personnelles. Mais l'activité de Schiaparelli lui permit de suffire à tout.

Et d'abord à l'observation de la grande Comète de 1862. Il n'est pas douteux que cette observation fut la source des réflexions qui conduisirent le jeune Astronome à la théorie de l'origine des étoiles filantes et à la publication de ses deux Mémoires de 1867 et 1873. Cette théorie de la capture des Comètes, aujourd'hui classique, a été à son tour l'origine d'un tel nombre de Mémoires qu'on peut dire que Schiaparelli a créé une nouvelle branche de l'Astronomie et des plus fécondes. Le prix Lalande en 1868, la grande Médaille de la Société Royale Astronomique furent la récompense immédiate de ce travail qui mit désormais Schiaparelli hors de pair.

A la même époque, en 1870, il trouve encore le temps de faire avec Celoria d'une part, Plantamour et Hirsch de l'autre, la détermination de la différence de longitude de l'Observatoire de Brera et du sommet du Simplon, en vue de rattacher la triangulation italienne à celle de la Suisse.

Mais l'Observatoire de Milan était mal pourvu d'instruments. Le cercle méridien de Stark, employé à la détermination des étoiles comprises dans la zone de 15° à 25° de déclinaison australe, était d'un usage incommode et peu sûr. L'équatorial de Sisson, même amélioré par l'adjonction d'une nouvelle lunette, était absolument insuffisant. Il fallait le remplacer.

D'autre part, les calculs des éphémérides absorbaient presque toute l'activité du personnel fort restreint de l'Observatoire, sans grande utilité d'ailleurs, puisqu'ils ne pouvaient lutter avec la *Connaissance des Temps* et le *Nautical Almanac*.

Ce que n'aurait osé un directeur de mince envergure, Schiaparelli, fort de l'autorité que lui donnaient ses brillants travaux, n'hésita pas à le faire. Mettant à profit l'occasion que lui offrait en 1875 le centenaire de la fondation des éphémérides, il les supprima. Le cercle méridien fut transformé.

Un équatorial avec lunette de 218mm d'ouverture fut commandé à Merz et mis en place en février 1875. De l'Observatoire ainsi renouvelé allaient sortir les découvertes les plus curieuses.

L'équatorial fut d'abord appliqué à l'étude des étoiles doubles suivant les méthodes de Struve, étude qui mit en évidence la perfection de son objectif. Puis Schiaparelli le tourna sur les planètes et tout d'abord sur Mars. Le résultat de plusieurs années d'observation fut, en premier lieu, un planisphère de la surface de cette planète et une nomenclature de ses détails aujourd'hui universellement adoptée. Puis parut l'annonce de la découverte de ces linéaments singuliers qui sillonnent ce qu'on appelle les *continents* et réunissent les *mers*, d'où le nom de *canaux* qui leur a été donné. Puis ce fut le dédoublement plus curieux encore de ces canaux, phénomène aussi inexpliqué que leur nature même. Beaucoup d'astronomes, moins favorisés sans doute par la pureté du ciel ou les qualités de leur objectif, n'accueillirent d'abord qu'avec défiance les assertions de l'astronome de Milan; mais les plus incrédules durent bientôt se rendre, et la photographie elle-même a aujourd'hui rendu témoignage de la réalité de ces toujours mystérieuses apparences.

Ce fut ensuite le tour des planètes inférieures Mercure et Vénus. Mais ici point de ces détails si nets que présente la surface de Mars, seulement des taches à peine visibles sur le bord du terminateur. Cependant Schiaparelli croit pouvoir conclure de ses observations que ces deux planètes, obéissant à l'action du Soleil comme la Lune à celle de la Terre, tournent sur elles-mêmes dans un temps égal à celui de leur révolution. Ici il faut avouer que l'assertion de notre auteur n'a pas rencontré le consentement unanime des astronomes. Aujourd'hui encore, nous sommes dans l'incertitude sur la durée de la rotation de Mercure et de Vénus.

Au milieu de ces travaux d'observation et des controverses suscitées par ses vues sur Mars et les deux planètes inférieures, Schiaparelli trouva encore le loisir de s'adonner à des recherches critiques sur l'Astronomie des Anciens. Je citerai ses études sur les sphères homocentriques d'Eudoxe, de Callipe et d'Aristote, sur les précurseurs de Copernic dans l'antiquité, sur le changement de couleur de Sirius, sur les calendriers astro-météorologiques des Anciens, sur l'origine du système planétaire héliocentrique chez les Grecs, sur l'Astronomie dans l'Ancien Testament. Enfin il s'occupe aussi du magnétisme terrestre et de la Météorologie.

Lorsque, avec M. Stéphan, au retour de notre expédition manquée à Eboli pour l'observation de l'éclipse annulaire de Soleil de 1867, nous

eûmes l'honneur d'être reçus par le Directeur, déjà célèbre, de l'Observatoire de Milan, nous trouvâmes un jeune homme d'aspect presque monacal, modeste et même timide, assis à une table noire, au milieu d'une grande salle aux murs blanchis à la chaux et sans aucun ornement. Sa figure ne s'anima que quand il nous parla de la science à laquelle il avait consacré sa vie. Ce n'est pas un tel homme qui put jamais rechercher les honneurs. Ils lui vinrent d'eux-mêmes à la suite de ses brillantes découvertes. Les Académies s'empressèrent de se l'associer. Chez nous, il fut élu Correspondant en 1879, Associé étranger en 1902. Le Gouvernement italien le fit sénateur et lui conféra la dignité de Grand Cordon de l'Ordre de la Couronne d'Italie. Nous ne pouvons que nous associer au témoignage dont le Directeur et les Astronomes de l'Observatoire de Brera ont accompagné l'annonce de sa mort : la Science perd en cet homme illustre un de ses plus laborieux adeptes, et l'Italie une de ses gloires les plus pures.

MINÉRALOGIE. — *Conséquences générales à tirer de l'étude de la constitution pétrographique de Tahiti.* Note de M. A. LACROIX.

Les roches non coralliennes du Pacifique Central et Oriental sont considérées généralement comme étant toutes d'origine volcanique et, d'autre part, les géologues qui défendent la théorie de la distribution géographique régulière de deux facies des roches éruptives, le facies pacifique et le facies atlantique, rattachent au premier toutes les roches de cette vaste région.

L'étude des roches de Tahiti, que je poursuis depuis plusieurs années, principalement à l'aide des collections qu'a bien voulu me recueillir M. Seurat, conduit à rectifier les deux opinions qui viennent d'être exposées. J'ai pu montrer déjà, en effet (1), que des roches grenues non volcaniques jouent un rôle important dans la constitution de cette île et, en outre, que l'ensemble de ces roches présente les caractères typiques qui servent à définir le type atlantique. Ce sont, en effet, des *syénites néphéliniques*, des *monzonites néphéliniques*, des *gabbros néphéliniques* (théralites), des *gabbros essexitiques*, et ces roches grenues sont traversées par des filons de *tinguaites*, de *camptonites* et de *monchiquites*.

On pouvait se demander si les roches volcaniques de Tahiti appartiennent à la même série, et il était permis d'en douter, celles qui ont été signalées jusqu'ici étant toutes basaltiques. Cette Note a pour but de montrer la com-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 958.

plexité minéralogique de ces roches volcaniques et de faire voir qu'elles s'intercalent d'une façon remarquable, au point de vue magmatique, dans la série des roches grenues.

Les basaltes appartiennent à des types variés, comprenant, au point de vue minéralogique, non seulement des types de composition banale, à olivine et augite, mais aussi des basaltes à plagioclases, comparables au basalte demi-deuil du Mont-Dore. Enfin, comme terme extrême, je signalerai des roches fort riches en olivine qui, par leur composition (chimique et minéralogique) et par leur structure, sont le strict équivalent, non encore décrit dans les laves modernes, des *picrites* anciennes.

Ces roches basiques sont accompagnées de *phonolites* feldspathiques et enfin de *haüynophyres*, caractérisés par l'abondance de la haüyne d'un bleu foncé, dont les rhombododécaèdres, pouvant atteindre 2^{cm} de diamètre, sont distribués dans une pâte vitreuse, compacte ou scoriacée, riche en microlites filiformes d'augite, parfois accompagnés de microlites de leucite et d'isorthose. Ces roches ne peuvent guère être comparées qu'à certaines laves du volcan d'Etinde dans le Cameroun ou du Cap Vert, et à certaines formes vitreuses des haüynophyres de Melfi, dans le Vulture.

L'air de famille des roches de Tahiti apparaît nettement, au point de vue minéralogique, dans tous les types grenus, qui renferment à peu près tous des feldspathoïdes et qui, tous, sont caractérisés par la présence d'une hornblende barkévicitique, se retrouvant d'une façon essentielle ou accessoire dans toutes les roches microgrenues. Des feldspathoïdes existent aussi dans une partie des roches volcaniques, mais l'amphibole y manque toujours.

Au point de vue chimique, si l'on considère à part chacune des trois séries établies en fonction de la structure et du gisement : roches grenues constituant des massifs, roches microgrenues ou microlitiques en filons minces dans les précédentes, roches microlitiques épanchées, on constate une évolution parallèle. La silice, l'alumine et les alcalis d'une part, le fer, la magnésie, la chaux et le titane d'une autre forment deux groupes variant en sens inverse; il n'y a d'exception que pour le terme basique des laves, dans lequel une brusque augmentation de la magnésie est accompagnée d'une chute du titane et de la chaux. Bien que les proportions relatives des alcalis subissent de grandes variations (continues) dans ces trois groupes géologiques, leur rapport ne présente que des fluctuations relativement peu considérables, la soude prédominant toujours sur la potasse; une exception seulement à cette dernière règle s'observe pour une syénite néphélinique à biotite, qui paraît du reste exceptionnelle.

Le Tableau ci-après, mettant en regard, d'une façon appropriée, l'ensemble des analyses, effectuées par M. Pisani sur les principaux types de ces roches, montre qu'un type chimico-minéralogique est représenté dans les trois séries géologiques considérées : c'est l'*essexose*, constituant, dans les roches grenues, les types pétrographiques dominants, c'est-à-dire les syénites et les monzonites néphéliniques à amphibole, dans les roches microgrenues, les camptonites, et dans les roches microlitiques, les haüynophyres; on ne saurait douter que ces diverses roches ne soient trois modalités d'un seul et même magma. Pour les autres, il y a parenté non moins évidente, mais non pas identité.

Quand, au lieu de classer ces roches en se basant sur les conditions de gisement, on ne considère plus que la composition chimique, la série unique résultante devient plus continue encore. Si l'on tient compte de ce fait que les roches étudiées ont été recueillies par un naturaliste distingué, mais non par un géologue et suivant les circonstances d'un itinéraire fixé avec d'autres préoccupations, on sera plus frappé encore de cette continuité et il ne semble pas téméraire de penser que des recherches méthodiques sur le terrain permettraient de la resserrer encore. Il serait possible, dès à présent, de mettre en évidence un dernier terme de l'évolution magmatique de l'extrémité basique de la série totale, en ajoutant aux analyses celle des nodules à olivine, qui ne sont pas rares dans les basaltes de Tahiti; elle montrerait l'accentuation de la chute de la chaux et du titane, avec l'augmentation de la teneur en magnésie.

Je me bornerai pour l'instant à ces considérations, devant discuter cette question plus à fond au cours d'une étude d'ensemble sur les roches alcalines de Madagascar, parmi lesquelles on rencontre des analogies frappantes avec toutes les roches qui nous occupent ici.

Si l'on se place à un point de vue plus général que celui de la géologie de Tahiti, on voit que l'existence de roches grenues en place dans cette île a une grande importance. Jusqu'ici, en effet, la présence d'aucune roche analogue n'a été *démontrée* en Polynésie. Dans un récit de voyage, Ellis a bien cité un granite à Borabora, mais cette observation demande confirmation [1].

---

[1] Plusieurs auteurs ont, il est vrai, indiqué l'existence de gneiss à Nouka-Hiva (îles Marquises), d'après une Note de Jardin; mais, dans celle-ci, ce voyageur décrit seulement une enclave de leptynite à grenat, trouvée par lui dans un tuf volcanique et non pas une roche en place. Les péridotites, dont il a parlé (1856), n'ont rien à voir avec ce que les pétrographes modernes désignent sous ce nom; il s'agit en effet, ainsi que j'en ai pu m'assurer dans sa collection, conservée au Muséum, d'un basalte riche en péridot.

Roches grenues.

			Syénites néphéliniques à biotite.	Syénites néphéliniques à amphibole.		Monzonite néphélin.	Gabbro néphélinique.				Gabbro essexitique.	
SiO^2	»	»	52,25	51,31	»	47,50	45,10	»	»	»	41,50	»
Al^2O^3	»	»	18,70	20,70	»	19,97	19,30	»	»	»	12,31	»
Fe^2O^3	»	»	2,55	3,10	»	3,39	1,55	»	»	»	5,20	»
FeO	»	»	3,69	2,50	»	4,74	8,70	»	»	»	8,46	»
MgO	»	»	1,78	1,02	»	3,60	5,30	»	»	»	11,29	»
CaO	»	»	3,95	3,57	»	6,92	9,81	»	»	»	14,05	»
Na^2O	»	»	5,10	6,50	»	5,25	4,32	»	»	»	2,06	»
K^2O	»	»	6,62	5,38	»	3,47	1,58	»	»	»	0,48	»
TiO^2	»	»	2,29	1,92	»	2,96	3,49	»	»	»	4,78	»
P^2O^5	»	»	0,20	»	»	0,44	0,57	»	»	»	0,06	»
H^2O	»	»	2,75	3,85	»	2,25	0,75	»	»	»	0,50	»
			99,88	99,85		100,49	100,47				100,69	

Roches microgrenues.

		Tinguaite.				Camptonite.		Microgabbro.				
SiO^2	»	56,40	»	»	»	46,10	»	44,26	»	»	»	»
Al^2O^3	»	21,41	»	»	»	19,91	»	13,32	»	»	»	»
Fe^2O^3	»	1,04	»	»	»	2,75	»	4,60	»	»	»	»
FeO	»	1,50	»	»	»	5,02	»	8,19	»	»	»	»
MgO	»	0,51	»	»	»	3,30	»	9,42	»	»	»	»
CaO	»	0,96	»	»	»	6,95	»	10,95	»	»	»	»
Na^2O	»	9,61	»	»	»	6,10	»	2,40	»	»	»	»
K^2O	»	5,36	»	»	»	3,62	»	0,99	»	»	»	»
TiO^2	»	0,25	»	»	»	3,02	»	5,02	»	»	»	»
P^2O^5	»	»	»	»	»	0,25	»	0,45	»	»	»	»
H^2O	»	2,50	»	»	»	2,99	»	0,37	»	»	»	»
		99,54				100,01		99,97				

Roches microlitiques (volcaniques).

	Phonolite.			Haüynophyres.					Basalte à feldspath.	Basalte à olivine.		Picrite
SiO^2	60,50	»	»	49,52	48,70	46,25	»	»	44,25	44,75	»	43,85
Al^2O^3	18,20	»	»	19,40	19,12	19,00	»	»	16,27	13,22	»	9,07
Fe^2O^3	1,34	»	»	2,08	2,40	4,65	»	»	1,50	1,20	»	»
FeO	1,89	»	»	5,15	4,77	3,60	»	»	10,30	10,50	»	10,75
MgO	1,18	»	»	2,12	1,54	2,20	»	»	6,51	10,85	»	23,40
CaO	1,75	»	»	6,51	6,25	6,61	»	»	10,14	11,50	»	7,90
Na^2O	7,25	»	»	7,15	7,83	6,10	»	»	3,24	1,95	»	1,30
K^2O	4,45	»	»	3,85	3,45	3,62	»	»	1,98	1,27	»	0,54
TiO^2	0,92	»	»	3,30	2,37	2,78	»	»	3,65	3,45	»	1,88
P^2O^5	»	»	»	»	»	»	»	»	0,63	0,38	»	0,38
SO^3	»	»	»	0,41	0,83	0,55	»	»	»	»	»	»
Cl	»	»	»	0,15	0,13	0,25	»	»	»	»	»	»
H^2O	2,30	»	»	0,50	2,80	4,38	»	»	2,40	1,62	»	1,62
	99,78	»	»	100,14	100,19	99,99	»	»	100,87	100,69	»	100,69
	I.5.1.4. Normarkose	I.6.1.4. Miaskose	II.6.2.3 Borolanose	II.6.2.4. Essexose			II.6.3.4 Salémose	III.5.3.4 Camptonose	III.6.3.4 Limburgose	III.5.4.3 (4) Auvergnose	III.6.4.3 (4) Papenoose	IV (4) I.2 Custérose

Des recherches stratigraphiques précises sont nécessaires pour fixer les relations des roches grenues de Tahiti avec la série volcanique, car, s'il peut se faire qu'elles soient intrusives au milieu de ces dernières, il est fort possible aussi qu'elles représentent un substratum ancien de l'île, auquel cas leur existence constituerait un argument précis en faveur de l'hypothèse d'un ancien continent pacifique effondré. A ce point de vue, il est bon de faire remarquer que si l'on fait la réserve, jusqu'à plus ample informé, des roches granitiques de Borabora, la région la plus rapprochée de Tahiti où l'on connaisse des roches grenues, est l'île de Viti Levu, qui se trouve à 2300^{km} à l'ouest de notre colonie; M. Wichmann y a signalé jadis des syénites néphéliniques.

En ce qui concerne les idées modernes sur la distribution dans l'espace des facies atlantique et pacifique des roches volcaniques, s'il n'y a pas lieu de mettre en discussion l'attribution au facies, dit *pacifique*, de la bordure entière du Pacifique, je pense qu'il est nécessaire de faire les plus sérieuses réserves pour la poussière d'îles du Pacifique central, oriental et méridional.

Je viens de montrer en effet que les roches de Tahiti constituent une série alcaline; j'ai examiné des *phonolites* provenant de Raiatéa (îles de la Société). Les nombreuses collections rapportées au Muséum des îles Marquises montrent que les *trachytes à biotite* jouent un rôle important dans la constitution de Nouka-Hiva. Les mêmes roches sont connues à l'île de Pâques, à l'îlot de Clipperton.

Depuis longtemps, M. Wichmann a fait connaître les *néphélinites à mélilite et haüyne* de l'île Oahu et plus récemment M. Whitmann Cross a décrit des *trachytes alcalins* provenant d'Hawaï. Enfin, M. Weber vient de signaler toute une série de roches alcalines (*trachytes*, *phonolites*, *néphélinites*, etc.) à Samoa.

Il paraît donc bien vraisemblable que l'étude attentive des roches volcaniques du Pacifique nous ménage des surprises pour l'avenir et que beaucoup de celles qui, comme les basaltes de Tahiti, considérées individuellement et sans étude chimique, semblaient devoir être rapportées à une série calco-alcaline (pacifique) se rattacheront plus ou moins directement à la série alcaline (atlantique) que je viens d'étudier. Il semble, par suite, qu'on soit dès maintenant en droit de penser que les analogies pétrographiques de cette immense région doivent être cherchées du côté des roches volcaniques alcalines de la Nouvelle-Zélande et de la portion correspondante de l'Antarctique (Terre de Victoria), plutôt que du côté de la ceinture andésitique circumpacifique.

Aussi, peut-être est-il préférable de conserver la vieille dénomination de roches alcalines et de roches calco-alcalines plutôt que d'employer une nomenclature géographique pouvant, dans certains cas, prêter à l'équivoque, ou tout au moins faut-il parler non d'un facies pacifique, mais d'un facies circumpacifique.

En terminant, je ferai remarquer que la découverte à Tahiti, sous une épaisse couverture de roches volcaniques, de roches grenues, traversées par des filons microgrenues et microlitiques, formant un complexe de types pétrographiques variés, de composition souvent très éloignée de celle des roches volcaniques superficielles, mais constituant cependant avec celles-ci un ensemble lié magmatiquement, schématise d'une façon frappante les relations que depuis de longues années je cherche à établir, par approximations successives, entre les laves d'une région volcanique donnée et l'ensemble des enclaves homœogènes (grenues, microgrenues ou microlitiques) qu'elles englobent ou que contiennent leurs tufs. Ces relations doivent être comprises d'une façon très large afin d'embrasser tout le complexe de la province pétrographique sans rester limitées à la roche englobante et à la roche englobée.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La densité de l'émanation du radium.* Note de Sir **William Ramsay** et M. **Robert Whytlaw Gray.**

Pour établir le poids atomique d'un élément gazeux, le moyen le plus sûr est la détermination de sa densité. Si l'élément est monoatomique, comme les gaz de la série de l'argon, le double de la densité donne à la fois le poids atomique aussi bien que le poids moléculaire.

Notre but a été de déterminer la position de l'émanation du radium dans le Tableau périodique des éléments. Pour préciser les idées, nous reproduisons ici une partie de ce Tableau. Les différences entre les poids atomiques voisins sont indiquées par les chiffres entre les parenthèses.

	Az 14(17)	P 31(44)	As 75(45)	Sb 120(44)	? 164(44)	Bi 208(44)	? 252
	O 16(16)	S 32(47)	Se 79(49)	Te 128(41)	? 169(43)	? 212(45)	? 257
H 1(18)	F 19(16,5)	Cl 35,5(44,5)	Br 80(47)	I 127(44)	? 171(44)	? 215(44)	? 259
He 4(16)	Ne 20(20)	A 40(43)	Kr 83(48)	Xe 131(44)	? 175(45)	? 220(43)	? 263
Li 7(16)	Na 23(16)	K 39(46)	Rb 85(48)	Cs 133(44)	? 177(46)	? 223(44)	? 267
Be 9(15)	Mg 24(16)	Ca 40(47)	Sr 87(50)	Ba 137(44)	? 182(44)	Rd 226(45)	? 271

L'émanation du radium est sans aucun doute un gaz inactif; il se con-

dense, comme nous l'avons montré, M. Gray et moi, en un liquide incolore; il est sans action sur d'autres corps, élémentaires ou composés; son spectre, comme l'a indiqué M. Watson, ressemble à ceux des gaz de la série de l'argon. Il reste encore à mesurer sa densité pour établir sa place dans le Tableau.

Plusieurs tentatives ont été faites pour déterminer cette constante à l'aide de la vitesse de diffusion; cette méthode a fourni des résultats peu concordants. On paraît avoir mieux auguré de la dernière expérience, faite par M. Debierne, basée sur la comparaison des vitesses d'écoulement des différents gaz à travers un petit trou; M. Debierne, cependant, se borne à l'observation : « On trouve pour le poids moléculaire de l'émanation un nombre voisin de 220, les écarts entre les différentes mesures étant de 2 ou 3 pour 100. »

Après deux années de tentatives, nous avons réussi à construire une balance en silice fondue dont la sensibilité surpasse le demi-millionième d'un milligramme. Le tranchant possède une longueur d'un demi-millimètre et repose sur un plan de cristal de roche. La balance se trouve dans un vide partiel; en modifiant la pression, une petite ampoule en silice, contenant un poids connu d'air atmosphérique, change de poids, grâce à la poussée de l'air ambiant. Pendant que nous étions occupés à la construction de cette balance, M. Steeb, ancien élève du Collège, nous a informé qu'il s'était occupé du même sujet; et il a eu l'obligeance de nous communiquer la description de ses dispositions, dont nous avons adopté quelques-unes.

A l'aide de cette balance, nous avons réussi à faire cinq déterminations de la densité de l'émanation. Le volume à notre disposition n'a jamais surpassé $0^{mm^3},1$. Nos calculs sont basés sur des observations déjà faites par nous, que la quantité d'émanation en équilibre radioactif avec 1^g de radium est de $0^{mm^3},601$ (*Trans. Chem. Soc.*, t. XCV, 1909, p. 1082). M. Rutherford et M. Debierne sont arrivés à peu de chose près au même chiffre.

Ayant introduit l'émanation dans un petit tube capillaire, scellé au bout, on l'a pesée; après avoir cassé la pointe du tube, on l'a remis sur la balance; en faisant le vide dans la caisse de la balance l'émanation s'est entièrement échappée du tube. On a pesé le tube vidé d'émanation, mais contenant encore de l'air à basse pression qui avait remplacé cette émanation. Les corrections nécessaires pour le poids de cet air et pour le déplacement de l'air par le verre du tube ayant été faites, nous sommes arrivés, en tenant

compte de la désagrégation de l'émanation due à son âge, aux résultats suivants :

	Volume de l'émanation pesée à 0° et 760mm en millièmes de millimètre cube.	Poids de l'émanation en millionièmes de milligramme.	Poids moléculaire.
I	72,8	722	222
II	58,5	564	216
III	58,5	577	227
IV	67,7	658	218
V	73,0	706	217
		Moyenne	220

Il n'existe maintenant aucun doute que l'émanation soit le second membre de la série des gaz inactifs, après le xénon. Il est curieux que les corps élémentaires dont les poids atomiques se trouvent entre 164 et 182 paraissent être instables. Il faut faire attention aussi à la justesse de la prédiction de MM. Rutherford et Soddy que le radium, en perdant une particule α (démontrée par Ramsay et Soddy comme identique avec l'hélium), verrait son poids atomique diminuer de quatre unités. Selon toutes probabilités le vrai poids atomique de l'émanation doit être 222,5.

L'expression *l'émanation du radium* est fort incommode; il est certain que c'est un élément aussi bien caractérisé que les autres, avec son spectre, décrit d'abord par Cottie et Ramsay, et étudié par Watson, sous la direction de Ramsay; nous avons maintenant déterminé par des moyens bien connus son poids atomique avec une exactitude approximative; nous l'avons liquéfié et nous avons mesuré des pressions de vapeur; cet élément appartient à la série des gaz inactifs de l'atmosphère, étant même un constituant normal de l'air atmosphérique; et pour le ranger dans sa classe, nous faisons la proposition de le nommer *Niton*, brillant, pour rappeler ses propriétés phosphorescentes, dont l'abréviation peut s'écrire Ni.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'action du froid et des anesthésiques sur les feuilles de l'* Angræcum fragrans *Thou.* (*Faham*) *et sur les gousses vertes de la Vanille.* Note de M. **Édouard Heckel.**

Au cours de mes recherches touchant l'action du froid et des anesthésiques sur les plantes à *coumarine*, j'ai pu porter mes expériences sur des

pieds vivants d'*Angræcum fragrans*, et j'ai constaté la succession des mêmes phénomènes que j'ai décrits dans ma Communication du 19 novembre 1909 sur les plantes à coumarine. Toutefois, ici, sous l'influence du kélène (chlorure de méthyle), de l'éther ou du chloroforme, un peu de retard s'est manifesté dans le dégagement d'odeur de *coumarine*, ce qui me semble attribuable pour les feuilles à l'épaisseur des parois épidermiques et au fort développement de la cuticule; en outre, il n'y a pas eu sous l'influence du kélène ni formation du grésil ni noircissement rapide de la feuille, comme le fait s'est produit avec *Anthoxanthum odoratum* et *Liatris odoratissima*. Le retard dans le développement de l'odeur de coumarine a été d'une demi-heure environ sur celui de la *Flouve odorante* et du *Liatris*.

Bien qu'aucun lien n'existe au point de vue de la constitution chimique entre la *coumarine* et la *vanilline* ou le *pipéronal* (ces deux derniers corps n'ayant de commun avec le premier que le noyau benzénique), j'ai institué quelques recherches identiques sur les gousses vertes de Vanille approchant de leur commencement de maturité, mais encore sans aucune odeur de vanilline ou de pipéronal. Ces gousses provenaient des serres de Nice et Monte-Carlo où l'on cultive la *Vanilla planifolia* And., et j'ai relevé les faits suivants qui ne concordent que partiellement avec ceux que j'ai fait connaître, au même point de vue, sur les plantes à coumarine.

Tout d'abord le froid (kélène ou maintien prolongé dans la glacière), loin de favoriser le développement de l'odeur de vanilline ou de pipéronal, l'arrête à tout jamais : des gousses traitées simultanément et comparativement par le froid et par l'eau chaude à 80° ont montré, chez les premières, une résistance absolue, tandis que les secondes, au contraire, ont développé leur parfum rapidement. Ces mêmes gousses, traitées d'abord par le froid sans succès, ayant été soumises ensuite à l'action de l'eau à 80°, n'ont pas pris leur odeur vanillée et sont restées vertes. Il semble donc que les ferments ont été détruits par l'action du froid, et c'est ce que je constate, en effet, par l'inaction du suc extrait des parois de ces gousses gelées sur la teinture de gaïac et sur la coniférine.

Mais il n'en a pas été de même avec les anesthésiques (éther sulfurique et chloroforme) qui ont donné des résultats intéressants :

1° Une gousse encore verte, sans apparition de pointe jaune au sommet, soumise à l'action prolongée (3 jours) de l'éther et du chloroforme, n'a point donné d'odeur de vanilline ni subi aucun changement de couleur, *mais elle était couverte de gouttelettes d'eau sur ses parois extérieures*.

2° Une gousse présentant un point jaune à son sommet placée dans les vapeurs de chloroforme et d'éther avec le même dispositif que la précédente (cloche en verre et coton imbibé d'anesthésique dans un verre de montre) a, dans l'espace de 2 heures, pris

une odeur manifeste de vanilline, et son sommet a noirci sur une longueur de 3cm. A ce moment, on constate par places sur la gousse un suintement aqueux en larges gouttes étalées, ce suintement étant plus abondant sur une des trois faces, celle qui est plus exposée aux vapeurs d'anesthésique par son voisinage avec le coton imbibé d'éther ou de chloroforme. Ce liquide aqueux exsude abondant sans aucune odeur, il ne paraît contenir aucun ferment. Le lendemain, après 24 heures de contact anesthésique, la gousse tout entière, d'abord couleur chocolat, a noirci complètement et les flaques d'eau transsudée à la surface ont augmenté encore: l'odeur de vanilline s'est accrue. Cette gousse, enveloppée dans des linges de flanelle pendant la nuit et exposée au soleil de mai en Provence pendant le jour (du 25 mai au 1er juin), s'est un peu ridée, s'est maintenue flexible et a présenté l'aspect et l'odeur d'une gousse de vanille traitée par les méthodes ordinairement employées pour les vanilles commerciales.

A la lumière des faits mis au jour par M. Lecomte (*Comptes rendus*, 4 novembre 1901) (¹), il semble possible d'interpréter les résultats de ces expériences et d'entrevoir une application de l'action des anesthésiques (en particulier de l'éther sulfurique dont le prix commercial est moins élevé que celui du chloroforme) :

1° Les deux ferments, hydratant et oxydant, semblent détruits par l'action du froid, puisqu'il n'a plus été possible, par l'intervention subséquente d'une température favorable (immersion dans l'eau à 80°), de faire revivre leur action, et qu'il n'a pu être retrouvé dans ces fruits ni oxydase ni hydrase. D'autre part, le froid ne noircit pas la gousse, condition qui ne favorise pas l'action de ces ferments s'il en reste encore des traces, la radiation verte réduisant l'activité des enzymes à leur minimum.

2° La déshydratation de la gousse n'est pas la condition déterminante (comme dans d'autres plantes *cyaniques*, *sulfurées*, *coumarinées*) de la formation de la vanilline ou du pipéronal, puisque l'exsudation aqueuse se produit sous l'action du froid qui n'altère ni la couleur ni l'odeur des gousses en voie de maturité.

3° Les ferments ne sont en état d'agir efficacement pour la formation de l'alcool coniférilique et de la vanilline ou du pipéronal qu'au moment de la maturité commençante de la gousse, puisque le fruit vert traité par les anesthésiques garde sa couleur et ne forme aucun parfum.

4° Quant au noircissement de la gousse il semble devoir être attribué non à l'action déshydratante du froid ou des anesthésiques qui se produit sous ces deux influences, mais aux ferments eux-mêmes ou à une tout autre

(¹) *Sur la formation du parfum de vanilline.*

cause : en tout cas l'action déshydratante ne saurait suffire, comme quelques auteurs ont tendance à l'admettre, pour expliquer le phénomène dans son ensemble, puisque la gousse verte traitée par le froid avant commencement de maturité garde sa couleur tout en exsudant de l'eau.

Comme déduction pratique de ces faits, on voit qu'il y aurait peut-être quelque intérêt, pour diminuer la durée des opérations nécessaires à la préparation industrielle de la Vanille, à la soumettre tout d'abord aux vapeurs d'éther sulfurique pendant 5 à 8 heures (temps variable avec la grosseur et la nature de la gousse), puis à la dessécher ensuite par les procédés connus et employés dans les diverses vanilleries.

On aurait ainsi gagné beaucoup de temps et évité vraisemblablement les accidents de moisissure qui se produisent accidentellement durant une lente dessiccation dans un milieu chaud et humide, la disparition rapide de l'eau dès le début et l'action particulière de l'éther n'étant à aucun degré favorables au développement de ces champignons de moisissure dans la gousse.

PLIS CACHETÉS.

M. A. Verneuil demande l'ouverture de deux plis cachetés relatifs à la reproduction artificielle du rubis par le procédé de fusion et déposés : le premier, à la date du 23 décembre 1891 et portant le n° 4752; le second, à la date du 19 décembre 1892 et portant le n° 4849.

Ces plis, ouverts en séance par M. le Président, renferment deux Notes intitulées : *Sur un nouveau procédé de fusion et d'affinage de l'alumine chromée* et *La production d'une matière possédant la composition, la dureté et la densité du rubis.*

L'examen de ces deux Notes est renvoyé à une Commission composée de MM. A. Gautier, Haller, A. Lacroix.

La Commission décide l'insertion aux *Comptes rendus* de la Note suivante, qui en résume les résultats :

Le premier de ces Mémoires, qui donne l'état des recherches entreprises par l'auteur depuis 1888, renferme l'exposé détaillé des conditions qu'il est nécessaire de réaliser pour fondre, affiner et solidifier, à l'état transparent, l'alumine colorée par l'oxyde de chrome, à l'aide du chalumeau oxhydrique.

La condition essentielle, relative à l'affinage de l'alumine, est réalisée par

le procédé dit « de semage », qui consiste à introduire dans le tube central du chalumeau l'alumine chromée précipitée, ou celle obtenue par la calcination de l'alun ammoniacal, afin d'obtenir, par la chute de cette matière sur la baguette réfractaire qui sert de support, la fusion et l'affinage, en couches minces, du produit placé dans la zone convenable de la flamme, par le jeu d'un support mobile permettant de maintenir toujours la masse fondue dans cette région. L'alumine fondue, dans ces conditions, sur un support de quelques millimètres de diamètre a toujours présenté un grand nombre de fissures dont la formation n'a pu être évitée par aucun mode de refroidissement.

L'addition, en doses variables, de la plupart des oxydes métalliques, à l'alumine, en vue de diminuer cette fragilité, n'a pas donné d'appréciables résultats.

Le second Mémoire, auquel est joint un rubis de fusion taillé, détermine l'influence de la surface du support sur la formation de ces fissures et démontre que la reproduction du rubis, par la méthode de fusion, est facilement obtenue lorsqu'on réduit à un point le contact de la masse fondue avec le support. On réalise alors la formation d'un ovoïde limpide qui ne présente plus, après un refroidissement brusque, qu'un plan vertical de cassure, le séparant exactement en deux moitiés prêtes à être livrées au lapidaire.

CORRESPONDANCE.

M. E. **Mathias** adresse un Rapport sur les travaux qu'il a accomplis, à l'aide de la subvention qui lui a été accordée par l'Académie sur le Fonds Bonaparte, en 1909.

MM. **Blaringhem**, **Nicolardot** et **Nordmann** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur le Fonds Bonaparte.

Mme Vve **Bernard Brunhes** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée aux travaux de son mari.

M. A.-R. **Hinks**, adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

Mme Vve **Cusco** adresse également des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Statique graphique des systèmes de l'espace*, par M. B. Mayor. (Présenté par M. Maurice Levy.)

2° *Les convulsions de l'écorce terrestre*, par M. Stanislas Meunier.

3° *Le Tibet dévoilé*, par M. Sven Hedin, traduit par M. Ch. Rabot. (Présenté par M. Grandidier.)

ASTRONOMIE. — *Sur la genèse des cirques et le tracé anguleux des crevasses lunaires.* Note de M. **P. Puiseux**, présentée par M. B. Baillaud.

Dans la composition du XIIe fascicule, qui doit terminer l'Atlas photographique de la Lune publié par l'Observatoire de Paris, nous avons dû nous appliquer à ne pas laisser de lacune trop sensible et à donner une représentation correcte de parties de notre satellite jusqu'à présent négligées comme moins attrayantes ou moins instructives que leurs voisines.

On pourra critiquer à ce point de vue les planches LXX et LXXI, où la médiocrité du relief, le voisinage du bord, l'uniformité de la teinte conspirent pour ne laisser se dégager que peu de contours arrêtés. Nous avons cherché à pallier ces inconvénients, dans la mesure du possible, par une exécution matérielle soignée, favorisant le contraste des teintes. D'ailleurs la région embrassée est, dans chaque cas, assez vaste pour suggérer des comparaisons utiles.

Trois des nouvelles feuilles (LXVI, LXVIII, LXIX) se rapportent aux calottes polaires, australe et boréale. La première n'offre guère, comme trait de ressemblance avec les deux autres, que la propension des traits généraux à s'aligner, plus que dans les latitudes basses, sur les parallèles ou sur les méridiens. Une tendance analogue, peu sensible dans le tracé des rivages terrestres, l'est davantage dans celui des courants atmosphériques et marins. Elle a eu pour conséquence la formation, près du pôle Nord de la Lune, d'une zone affaissée (la Mer du Froid), comprise entre deux parallèles dans presque toute l'étendue d'un hémisphère.

On la retrouve plutôt, vers le pôle Sud, sous forme d'enchaînements de cirques, parallèles ou perpendiculaires au méridien. Beaucoup de ces associations sont remarquables, soit par leur longueur, soit par l'uniformité de dimension des éléments qui les composent. Quelques-unes ne comprennent que deux cirques et, même dans ce cas, l'importance des deux associés, leur rapprochement jusqu'au contact, leur similitude visible, nous détournent de regarder le groupement comme fortuit. Ces couples sont formés de préférence par des spécimens d'une catégorie spéciale, entonnoirs profonds limités à des cassures nettes.

Lorsque deux de ces formations grandioses viennent à s'enchevêtrer, le point de jonction des remparts peut être marqué par la présence d'un petit cratère, et l'on observerait sans doute plus souvent cette circonstance avec de plus puissants moyens optiques. Mais il est encore plus commun de noter en ce même point un exhaussement considérable, élevant les deux bourrelets à 500^{m}, 1000^{m} et même 1500^{m} au-dessus de leur altitude moyenne. Cette particularité, bien mise en évidence dans la planche LXVI sur Hommel et Vlacq, sur Fabricius et Metius, est, à notre avis, décisive contre la théorie de Faye, qui regarde les bourrelets saillants comme des concrétions, dues à des épanchements périodiques remplissant toute la cavité du cirque. Des nappes liquides peuvent, dans certains cas, être intervenues pour niveler les parties basses des remparts, pour y effacer des brèches et de petites sommités, mais elles n'auraient jamais pu faire naître les différences de niveau qu'on y observe.

La même feuille nous fournit de nombreux exemples de cirques semblables entre eux, alignés sur un méridien ou contrariés dans leur expansion par un même sillon de l'écorce. Ces faits nous permettent d'écarter sans scrupule l'hypothèse météorique, qui fait de ces cirques autant de cavités créées chacune d'un seul coup par un projectile cosmique. Des chutes de bolides, simultanées ou successives, auraient abouti à une distribution bien plus irrégulière, sans relation appréciable avec la structure de la croûte. L'origine balistique, que nous avons été amenés à écarter pour les mers dans l'introduction du fascicule IX, ne peut pas davantage être acceptée pour les cassures nettes et circulaires qui ont englobé en partie des formes polygonales plus anciennes, sans pour cela les faire disparaître. Les vitesses cosmiques auraient toujours été assez grandes pour amener dans l'étendue de l'aire choquée, l'effacement total du relief antérieur. Les linéaments de Fabricius (*Pl. LXVI*) et d'Atlas (*Pl. LXVIII*) sont, à ce point de vue, tout à fait significatifs.

Les contours circulaires approchant de la régularité géométrique sont

exceptionnels dans la calotte boréale, où dominent des carrés aux angles très accentués, quoique déformés, en apparence, par la perspective. Deux de ces blocs, visibles sur la planche LXIX, sont demeurés en saillie sur la Mer du Froid, mais, la plupart du temps, l'affaissement de la partie centrale a eu pour terme la constitution d'une plaine unie, encadrée par un mince bourrelet. Si l'on examine de près, sur les planches LXVIII et LXIX, la structure de ces digues, on reconnaîtra que leur tracé n'est rectiligne que dans l'ensemble et forme en réalité une série d'échelons en retrait les uns sur les autres. Il en résulte que chacun des compartiments quadrangulaires qui frappent d'abord la vue est une sorte de mosaïque formée d'éléments beaucoup plus petits, larges de 6^{km} à 8^{km} seulement, disposés en files, mais sans qu'il y ait, d'une file à l'autre, correspondance entre les lignes de jonction.

Les limites des affaissements ultérieurs, déterminées par un autre système de forces, sont obligées de contourner les blocs successifs et de profiter du premier interstice libre, de même qu'un mur construit en moellons ou en briques ne peut se fissurer que suivant une ligne brisée. C'est à cette structure intime, souvent masquée par des nappes superficielles, que beaucoup de crevasses lunaires doivent leurs coudes aigus, nullement motivés par des inégalités apparentes. La grande fissure d'Hérodote (*Pl. LXXI*), revenant après trois inflexions brusques à sa direction première, est indépendante des lignes de niveau comme des lignes de plus grande pente. Trop souvent obstruée pour avoir jamais livré passage à des écoulements notables, elle représente une dislocation échelonnée, résultat d'une lutte prolongée des forces intérieures contre une écorce hétérogène.

La discussion des limites de l'auréole sombre de Copernic, présentée dans le Mémoire qui accompagne ce XII[e] fascicule permettra, croyons-nous, de considérer comme mieux établies les opinions émises dans d'autres parties du même Ouvrage, concernant le transport des cendres par un véhicule atmosphérique et l'édification des cirques par des alternatives d'affaissement et d'intumescence.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de Halley à l'Observatoire du Pic du Midi.* Note de MM. G. **Millochau** et H. **Godard**, présentée par M. B. Baillaud.

Envoyés en mission, au Pic du Midi, pour observer la comète de Halley, au moment de son passage à proximité de la Terre, l'un par l'Observatoire

de Paris, l'autre par celui de Bordeaux, nous avons réuni nos efforts pour essayer d'étudier les variations qui pouvaient se produire, dans la comète de Halley, tant au point de vue des transformations de la tête et de la queue de cet astre, qu'au point de vue spectral.

A cet effet, nous avions emporté :

1° Une chambre d'agrandissement, que M. de la Baume Pluvinel avait gracieusement mise à notre disposition et qui avait été organisée par lui, en 1909, pour l'étude photographique de la planète Mars. Cette chambre fut surtout destinée aux photographies de la tête.

2° Une chambre photographique munie d'un objectif de Zeiss (astroplanar, distance focale $0^m,42$) appartenant à l'Observatoire de Toulouse. Cet instrument, à grand champ, se prêtait à l'étude de la queue de la comète.

3° Une chambre prismatique provenant de l'Observatoire de Paris, constituée par un prisme de flint de 60° et une chambre photographique munie d'un objectif à portrait d'Hermagis, de 8^{cm} de diamètre et de 30^{cm} de distance focale. Un dispositif spécial permettait de transformer rapidement cette chambre prismatique en télespectrographe à fente.

Le montage de ces instruments et la mise en état de la lunette du Pic, dont les parties essentielles avaient été démontées pour les préserver des intempéries de l'hiver, nous furent grandement facilités par la présence de M. Cazabon, mécanicien de l'Observatoire de Toulouse.

L'équatorial du Pic est construit sur le modèle des équatoriaux de la Carte du Ciel; il comporte un télescope de 50^{cm} de diamètre et une lunette de 30^{cm} réunis dans un tube rectangulaire d'environ 6^m. De longs rails de fer placés sur les faces latérales du tube facilitent le montage des appareils accessoires et des poids destinés à rétablir l'équilibre de l'instrument.

Arrivés à Gripp le 5 mai, nous pûmes effectuer l'ascension le 7; le 16, tous les instruments étaient prêts à fonctionner; mais le mauvais temps qui avait déjà gêné notre travail d'installation, ne nous a permis que de faire de rares observations.

Dans la nuit du 18 au 19, le ciel est resté constamment couvert. Le 20, une légère éclaircie se produisit après le coucher du Soleil; les bandes nuageuses qui couvraient l'horizon empêchèrent toute observation.

Le 21, nous pûmes, dans une éclaircie de courte durée, apercevoir la comète à l'œil nu, à 8^h45^m (t. m. P.) tout près de son coucher. Malgré les mauvaises conditions d'observation (crépuscule, nuages, clair de lune), elle apparaissait très brillante. La tête, d'un diamètre estimé à environ 20', avait l'aspect d'une nébulosité plus brillante au centre; l'éclat du noyau était très supérieur à celui de l'étoile γ Gémeaux qui était visible dans la queue; cette dernière se voyait sur une longueur de 7° à 8°.

Le brouillard empêcha toute observation jusqu'au 29. Ce jour-là, nous

pûmes obtenir sur l'astroplanar une bonne photographie (pose 50^m). Sur cette épreuve, le diamètre de la tête est de 15'; le noyau, bien défini, est entouré d'une nébulosité assez intense, prolongée, dans la direction de la la queue, au nord par une aigrette longue de 20' et au sud par une autre de 12' de longueur. Du noyau se détache, aux $\frac{2}{3}$ du diamètre, une condensation très marquée, large de 5', qui, à 2° de la tête, va en s'élargissant et se prolonge dans la queue jusqu'à 8°.

A l'œil nu, la queue avait une longueur de 25°, elle était visible jusqu'à l'étoile φ Lion; la largeur de la queue à l'extrémité était d'environ 2°.

Le 31 mai, la queue offre les mêmes particularités que le 29; la photographie de la tête montre, à 17" du noyau, une condensation qui, à première vue, pourrait faire croire à l'existence d'un deuxième noyau.

Le 2 juin, on aperçoit, se détachant dans la direction générale de la queue, une aigrette fine et régulière. La photographie est insuffisante comme pose, un orage qui se forma assez rapidement sur le Pic nous ayant obligés à interrompre la pose au bout de 30 minutes.

Le 6 juin, dernier jour où nous pûmes faire des observations, la même aigrette se retrouve sur l'épreuve photographique dont la pose se trouva fortement écourtée par des passages de nuages.

Le spectographe n'a donné aucun résultat, les poses ayant toujours été insuffisantes.

Qu'on nous permette d'adresser ici nos vifs et sincères remercîments à l'Université de Toulouse qui nous a gracieusement offert l'hospitalité au Pic; à M. Cosserat, directeur de l'Observatoire de Toulouse; à M. Marchand, directeur de l'Observatoire météorologique du Pic du Midi, qui nous ont aidés de leurs conseils, et aux météorologistes du Pic et à leurs auxiliaires qui se sont efforcés de nous faciliter la tâche.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la « Géométrie des feuillets » de MM. R. de Saussure et R. Bricard.* Note de M. **E. Study**, présentée par M. Émile Picard.

MM. de Saussure et Bricard ont publié, sous le nom de *Géométrie des feuillets*, des recherches sur la géométrie cinématique (¹). Ils y ont traité la

(¹) R. de Saussure, *La Géométrie des feuillets*, Genève, 1910. — Bricard, *Étude analytique sur le même sujet* (*Nouvelles Annales de Mathématiques*, janvier 1910). — R. de Saussure, *Sur les corps solides opposés* (*Comptes rendus*, n° 24, 13 juin 1910, p. 1586-1589).

cinématique en s'inspirant de la géométrie réglée de Plücker. Dans la théorie de ces auteurs, une position d'un corps rigide est caractérisée par huit coordonnées homogènes liées par une équation quadratique

$$l\lambda + m\mu + n\nu + p\rho = 0.$$

Ces huit coordonnées sont appelées *bricardiennes* par analogie avec les coordonnées pluckériennes.

MM. de Saussure et Bricard croient que cette méthode est nouvelle. En réalité elle est identique à une méthode que j'ai exposée dans mon Ouvrage (*Geometrie der Dynamen*, Leipzig, 1903), et quoiqu'il ne lui soit consacré à cet endroit que quatre pages (580-583), elle y est traitée plus complètement et comme chapitre d'un programme plus étendu. Les huit coordonnées et l'appareil analytique des auteurs cités se trouvent déjà dans un Mémoire antérieur (*Mathematische Annalen*, t. XXXIX, 1891) rappelé d'ailleurs par M. Bricard.

Les travaux de MM. de Saussure et Bricard contiennent en outre des notions et des résultats que je ne puis accepter. Je renvoie le lecteur à une étude critique qui paraîtra bientôt dans le *Jahresbericht der deutschen Mathematikervereinigung*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Continu et discontinu.* Note de M. **Arnaud Denjoy**, présentée par M. P. Appell.

I. Appelons *continuum* (Gebiet) un ensemble qui ne contient que des points intérieurs et qui est d'un seul tenant; *domaine* (Bereich) la somme d'un continuum et de sa frontière.

C'est une proposition communément admise qu'un continu linéaire (ligne cantorienne) ne peut être la frontière de plus de deux domaines. Cette proposition est inexacte. *On peut construire trois domaines (et même une infinité dénombrable de domaines) qui ont tous la même frontière.*

Un raisonnement simple montre que les points d'une telle frontière F situés sur une droite quelconque, doivent former un ensemble parfait e, partout non dense, si la droite ne contient aucune portion continue de F. De plus, les intervalles contigus à e sont tels que, entre deux intervalles appartenant à un même domaine ou à deux domaines différents, se trouve toujours un intervalle (et par suite une infinité d'intervalles) appartenant à chacun des autres domaines.

Réciproquement, si l'on attribue, conformément à ce principe, les intervalles contigus d'un ensemble parfait linéaire non dense, à une infinité de domaines à construire $\Delta_1, \Delta_2, \ldots, \Delta_n, \ldots$, on peut constituer chacun de ces domaines en joignant les intervalles à lui dévolus par des sortes de bras coudés à angle droit, limités par des segments de droite perpendiculaires ou parallèles à la base de l'ensemble.

Il est possible d'effectuer la construction de telle façon que l'ensemble des domaines soit dense dans tout le plan. Tout point frontière de l'un des domaines se trouve être frontière pour tous les autres. Si l'on veut que la frontière soit bornée, on prend l'inverse de la figure relativement à un point intérieur à l'un des domaines.

Beaucoup de Mémoires relatifs à ces questions ont certains de leurs raisonnements ou de leurs conclusions infirmés par des domaines tels que les précédents ou des courbes telles que la frontière de ces domaines.

Pour de telles courbes, on peut, si elles sont bornées, définir un extérieur, mais elles possèdent alors plus d'un intérieur. Deux points quelconques pris sur l'une d'elles définissent, non pas deux arcs distincts, mais deux arcs dont l'un au moins coïncide avec toute la courbe. Il est inexact qu'en toute généralité un domaine (à connexion simple) borné soit déterminé par sa frontière, etc.

Voici une proposition que j'ai établie en toute rigueur et dont l'application dans ces théories est très fréquente :

Si les frontières de deux continuums distincts ont en commun deux points, chacune d'elles est continue entre ces deux points.

Ce théorème est encore exact dans l'espace à un nombre quelconque de dimensions, mais il ne l'est pas pour des continuums situés sur des variétés (tore) dont la connexion n'est pas simple.

II. Il est possible de caractériser par une propriété remarquable, sur tout ensemble parfait discontinu P à un nombre quelconque de dimensions, un certain ensemble dénombrable et dense.

Supposons pour simplifier que l'ensemble parfait soit à deux dimensions.

Convenons de dire qu'un point S de l'ensemble P en est un *sommet*, s'il existe un secteur de cercle ne contenant aucun point de P, ayant pour sommet S, d'ouverture égale à $\pi + \alpha$ $(\alpha > 0)$ et de rayon non nul ρ. On a le théorème suivant :

Les sommets d'un ensemble parfait P *forment un ensemble dénombrable et dense sur* P.

L'ensemble est dénombrable parce que à chaque sommet S correspond biunivoquement une aire (savoir celle du secteur intérieur au premier ayant ses rayons extrêmes normaux à ceux du premier, d'ouverture α et de rayon $\frac{\rho}{2}$) pour tous les points de laquelle S est le point de P le plus proche.

Si l'on envisage dans l'espace à deux dimensions un ensemble parfait discontinu situé sur un segment de droite, *les sommets de cet ensemble ne sont autres que les extrémités des intervalles contigus.*

L'extension à un nombre quelconque de dimensions est immédiate.

On peut faire passer par un ensemble parfait discontinu à un nombre quelconque de dimensions un arc de courbe de Jordan sans point double.

Ceci se démontre immédiatement en considérant les « blocs » attachés à tout ensemble parfait et qui, dans l'espace à plusieurs dimensions, correspondent à ce qui reste d'un segment de droite contenant un ensemble parfait quand on retranche du segment un certain nombre d'intervalles contigus à l'ensemble. (*Voir* ma Note du 29 décembre 1909.)

Les coordonnées d'un point de l'arc étant exprimées en fonctions continues d'un paramètre qui varie de a à b, les valeurs du paramètre qui définissent les points de l'ensemble forment un ensemble parfait non dense p sur le segment ab. On peut faire en sorte que les extrémités des intervalles contigus de p correspondent aux sommets de P.

PHYSIQUE. — *Sur la variation de l'aspect de la décharge avec la variation de la distance explosive.* Note de M. L. Amaduzzi.

Dans une Note présentée à la séance du 23 mai 1910, MM. P. Villard et H. Abraham [1] observent que, pour un système donné d'électrodes, il existe deux potentiels explosifs, dont le premier serait le *potentiel d'aigrette* et l'autre le *potentiel explosif normal.* Pour toute tension comprise entre ces deux limites, il s'établit un régime de décharge silencieuse et continue, caractérisé par la luminescence épipolique de l'anode. Pour isoler ce phénomène et l'observer dans l'air ordinaire, ces savants trouvent convenable de constituer l'éclateur par une anode sphérique de petit diamètre (1^{cm}

---

[1] *Comptes rendus*, 23 mai 1910, p. 1286.

environ) et une cathode de grande surface, telle qu'une grosse sphère ou un large plateau à bords arrondis.

Je me permets de rappeler que dès 1904 j'ai communiqué le fait à l'Association électrotechnique italienne (¹), que plus tard j'en ai étudié quelque caractéristique intéressante (²), et que maintenant je vais publier sur le même sujet une nouvelle série d'observations. Je n'ai cependant pas envisagé le phénomène comme donnant la preuve de l'existence de deux potentiels explosifs; mais, ayant observé qu'il se manifeste nettement en constituant l'éclateur par une anode ellissoïdique et une cathode plane à bords arrondis, et qu'en telle condition d'expérience, pour toute tension comprise entre les deux potentiels explosifs de MM. P. Villard et H. Abraham, s'établit une luminescence continue entre l'anode et la cathode, j'ai considéré le phénomène d'une manière objective comme une variation dans l'aspect de la décharge en correspondance d'une variation de la distance explosive.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Constantes critiques de l'acétylène et du cyanogène.* Note de MM. **Ettore Cardoso** et **Georges Baume**, présentée par M. G. Lemoine.

La technique actuellement employée par l'un de nous pour la revision des constantes critiques des gaz usuels (³) nous a permis d'en reprendre l'étude pour l'acétylène et le cyanogène et d'en déterminer aisément la valeur (⁴) (à 0°, 1 et 0^{atm}, 1 près).

I. L'appareil employé était un compresseur de W. Ramsay et S. Young modifié, relié à deux blocs Cailletet, dont l'un contenait un manomètre à azote donnant le dixième d'atmosphère, et l'autre le tube-laboratoire renfermant le gaz étudié. Le tube-laboratoire contenait en outre un petit agitateur électromagnétique de Kuenen permet-

(¹) *Atti della Associazione elettrotecnica italiana*, 1904.

(²) *Rend. della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna*, 1909.

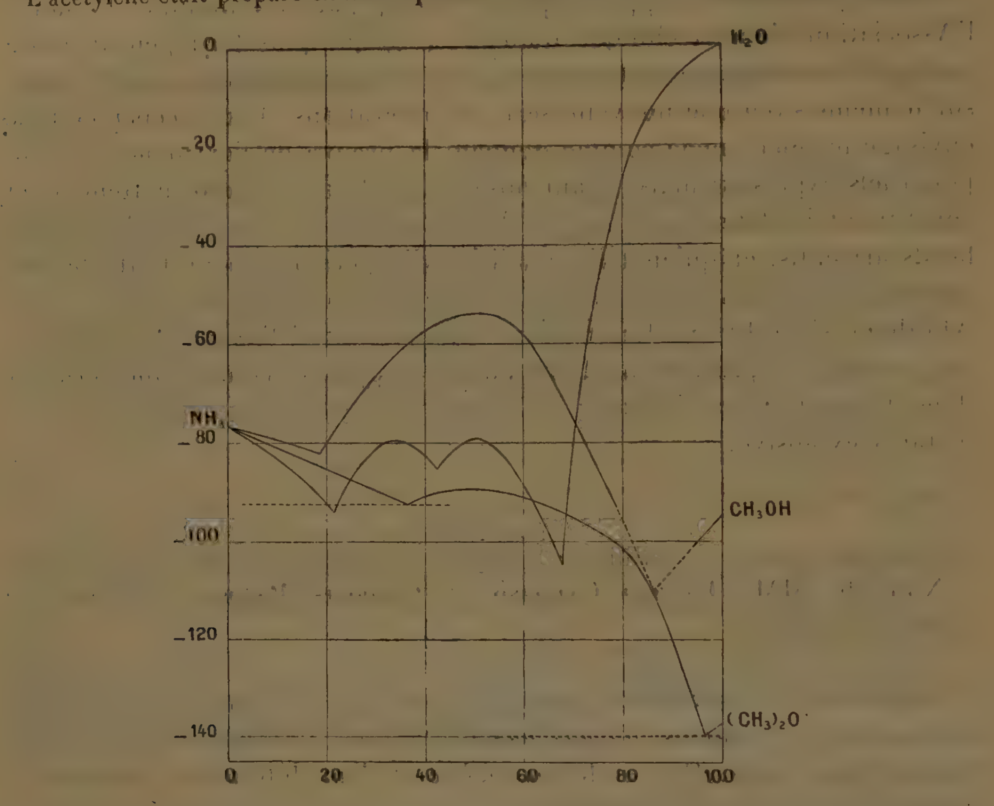
(³) La description détaillée de la méthode et des résultats, étudiés avec la collaboration de MM. Arni et R. Bell, sera donnée dans un autre recueil.

(⁴) Les valeurs proposées jusqu'à présent pour l'acétylène présentent une grande discordance entre elles : $t_c = 35°,25$, $p_c = 61^{atm},03$ (Kuenen); $t_c = 36°,5$, $p_c = 61^{atm},6$ (Mac Intosh); $t_c = 37°,05$ (Mathias); $t_c = 37°,05$, $p_c = 68^{atm}$ (Ansdell).

Pour le cyanogène, il n'existe à notre connaissance qu'une détermination assez ancienne (1884), due à J. Dewar ($t_c = 124°$, $p_c = 61^{atm},7$).

tant de brasser la masse comprimée et chauffée, soit par un bain d'eau glycérinée (C^2H^2), soit au moyen de vapeurs de chlorobenzène bouillant sous pression connue (C^2N^2).

L'acétylène était préparé en décomposant le carbure de calcium par l'eau ; le gaz ([1]),



lavé à $KMnO^4$, KOH et séché sur une colonne de P^2O^5, était condensé au moyen d'air liquide, puis fractionné 8 à 10 fois avant d'être introduit dans le tube-laboratoire, convenablement rincé et vidé à la pompe à mercure.

Le cyanogène était obtenu par la méthode employée par Briner et Wroczynski ([2]) dans leurs récentes recherches sur la décomposition de ce gaz sous l'influence de la température et de la pression ($HgCy^2 + HgCl^2$). Le gaz était séché sur P^2O^5, condensé dans l'air liquide et distillé 8 à 10 fois avant d'être introduit dans le tube-laboratoire ([3]).

([1]) Le lavage à l'eau régale nous a donné un gaz impur, dont la liquéfaction totale à température constante n'a pu être effectuée à pression constante.

([2]) *Comptes rendus de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat.*, Genève, juillet 1910.

([3]) La transformation du cyanogène en paracyanogène est déjà sensible au point critique (Briner et Wroczynski); elle varie d'ailleurs selon les circonstances (un de nos tubes n'a présenté aucune altération; un autre a légèrement bruni; un troisième est devenu rapidement opaque). Mais la présence de paracyanogène ne semble avoir

Tous nos appareils de distillation et de remplissage des tubes-laboratoires étaient, comme d'habitude, entièrement construits en verre soudé (¹).

II. Voici les résultats de nos mesures, effectuées, selon les cas, avec ou sans agitation de la masse gazeuse étudiée; les nombres obtenus dans ces deux séries d'expériences présentent une concordance très satisfaisante (²).

		Sans agitation.		Avec agitation.	
		I.	II.	I.	II.
Acétylène..	t_c (centigr.)...	35°,4	35°,5	35°,5	35°,5
	p_c (atmosph.).	61°,6	61°,6	61°,6	61°,6

		Sans agitation.		Avec agitation.	
		I.	II.	I.	II.
Cyanogène.	t_c (centigr.)...	128°,3	128°,3	128°,3	»
	p_c (atmosph.).	59°,6	59°,6	59°,6	»

D'où les valeurs moyennes :

C^2H^2 ...... $t_c = 35°,5$ (308°,5 absolus), $p_c = 61,5$ atmosph.
C^2N^2...... $t_c = 128°,3$ (401°,3 »), $p_c = 59,6$ »

Les nombres que nous proposons pour l'acétylène sont très voisins de ceux qu'ont publiés Mac Intosh et Kuenen; les résultats que nous avons obtenus avec le cyanogène diffèrent davantage que ceux que J. Dewar a indiqués dès 1884. La présence d'une faible quantité d'air, fort possible à l'époque où ce beau Mémoire a paru, permettrait d'expliquer aisément la différence observée, l'air ayant pour effet d'abaisser la température critique et d'élever la pression critique des gaz que nous avons étudiés. Cette remarque nous semble une confirmation des valeurs que nous venons de proposer.

---

aucune influence sur le point critique du cyanogène en raison de son insolubilité, nettement démontrée par l'aspect même du tube de compression et par le fait que nous avons toujours obtenu des valeurs identiques pour le point critique de ce gaz, quelle qu'ait été l'époque des mesures. Comme d'habitude, le dépôt est moins important dans la région ou l'on produit le ménisque.

(¹) La méthode employée a été, avec quelques modifications, celle de E. Briner (*Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. natur. de Genève*, t. XXXV, fasc. 1, p. 681).

(²) Les essais I et II ont trait à deux tubes différents.

PHYSIQUE. — *Sur les pressions moyennes supportées par un corps maintenu dans un courant d'air dont la vitesse est irrégulière.* Note de M. A. **Lafay**, présentée par M. Maurice Hamy.

Au cours d'une série de recherches sur la résistance de l'air, il m'a paru intéressant de comparer les pressions supportées, en des points correspondants, par des corps cylindriques semblables disposés dans des courants d'air identiques dirigés perpendiculairement à leur axe.

Ces pressions ont été évaluées en mettant en communication avec un manomètre des trous de petit diamètre, percés normalement dans la paroi du corps aux endroits qu'il s'agissait d'explorer; je me suis assuré par des essais préliminaires que ce mode opératoire, employé autrefois par Athanase Dupré, donne des résultats qui diffèrent toujours très peu de ceux que l'on obtient à l'aide de dispositifs plus compliqués permettant de laisser aux surfaces étudiées une continuité absolue.

En opérant avec des cylindres bien polis on observe, de part et d'autre de la génératrice la plus avancée contre le vent, une région dont l'amplitude est d'environ 35° et pour laquelle les pressions aux points correspondants sont pratiquement les mêmes.

Ces pressions vont d'ailleurs en diminuant depuis le point antérieur et deviennent égales à la pression atmosphérique entre 35° et 40°. Au delà, on pénètre dans une région déprimée, dont je me suis déjà occupé dans une précédente Note (¹) et qui me paraît présenter un grand intérêt. Les dépressions qu'on y constate n'ont plus, en effet, les mêmes valeurs aux points correspondants et sont d'autant plus fortes que le diamètre du cylindre est plus grand.

La loi de similitude se trouvant ainsi mise en défaut, il devait en être de même de la loi de proportionnalité des pressions au carré de la vitesse du courant, et c'est effectivement ce que l'expérience a montré. Pour un même cylindre soumis à des vents de plus en plus rapides, on a constaté que, si les compressions antérieures croissaient comme le carré de la vitesse de l'air, les dépressions latérales augmentaient plus rapidement.

Enfin dans toute la région arrière, c'est-à-dire pour les points dont la distance angulaire à la génératrice antérieure dépasse 110° à 120°, on observe une dépression beaucoup moins accentuée et à peu près uniforme qui tend

(¹) *Comptes rendus*, 23 mai 1910.

à diminuer quand le diamètre augmente. Dans cette partie l'air qui vient glisser sur la surface du corps est animé de remous énergiques.

Les expériences qui m'ont servi à établir les résultats précédents ont été exécutées avec trois cylindres semblables, dérivant les uns des autres par une réduction proportionnelle égale à $\frac{2}{3}$. Ils étaient tous placés successivement à 30^cm de l'ouverture d'une buse carrée de 70^cm de côté, dans un courant d'air aussi régulier que possible; le plus grand d'entre eux avait 74^mm de diamètre et 250^mm de long. Pour voir si les dimensions restreintes du jet n'étaient pas la cause indirecte de la mise en défaut de la loi de similitude, on a répété les observations, dans les mêmes conditions de vitesse, en plaçant les cylindres à 20^cm d'une buse dont les dimensions étaient les $\frac{2}{3}$ de la précédente; les résultats obtenus ont été les mêmes.

Nous donnons dans le Tableau ci-dessous quelques nombres se rapportant à des observations faites, dans le plan équatorial de deux de ces cylindres, en des points caractérisés par l'écart angulaire α qui les sépare de la génératrice antérieure.

	Indications du tube de Pitot.		Pressions en divers points (α) estimées en prenant la pression atmosphérique comme origine.									
	Pression.	Vitesse.	$\alpha = 0°$.	15°.	30°.	40°.	60°.	70°.	80°.	100°.	120°.	180°.
	mm	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Premier cylindre	40	25	40	34	16	0	−25	−24	−21	−19	−18	−16
Diamètre 50^mm	20	18	20	17	8	0	−11	−10	−9	−9	−9	−8
Deuxième cylindre	40	25	40	35	14	−6	−39	−45	−43	−29	−21	−17
Diamètre 74^mm	20	18	20	16	7	−2	−14	−16	−15	−12	−10	−8
		Vitesse appar.										
Deuxième cylindre dans un vent très irrégulier	20	18	20	16	6	−3	−21	−27	−29	−22	−8	−5

Le fait que les fortes dépressions augmentent plus rapidement que ne le voudrait la loi du carré de la vitesse entraîne une conséquence importante.

Un corps placé dans un courant dont la vitesse oscille plus ou moins régulièrement, mais assez vite autour d'une valeur moyenne, subit dans la région de détente une dépression moyenne beaucoup plus accentuée que s'il était placé dans un courant régulier donnant au tube de Pitot le même effet que le premier.

En troublant systématiquement le régime du courant dont je dispose, j'ai pu, dans certains cas, pour une même indication du tube de Pitot, c'est-à-dire pour une *même vitesse apparente* du vent, obtenir pour le maximum de dépression les $\frac{5}{3}$ de la valeur correspondant à un régime régulier. Les deux dernières lignes du Tableau ci-dessus permettent une comparaison plus détaillée des effets observés.

Dans la Note rappelée plus haut, j'ai montré, en exagérant le plus possible les effets produits, jusqu'à quel point les aspérités superficielles des corps sont susceptibles de modifier les résultats observés; les exemples actuels montrent que des irrégularités de vitesse peuvent parfois être la cause

insoupçonnée des divergences constatées entre des déterminations expérimentales effectuées dans des conditions en apparence identiques.

Il importe donc d'étudier à ce point de vue les courants dont on fait usage, et l'on peut obtenir d'utiles indications en les sondant avec un tube de Pitot d'assez forte section, relié par une canalisation aussi courte que possible à une capsule manométrique de Marey, dont on inscrit les indications sur un cylindre enregistreur.

Je me suis également servi d'un microphone constitué par de la poussière de charbon comprimée derrière une lame mince et flexible. Cet appareil soumis au choc normal de l'air permet de réaliser un courant électrique dont les variations d'intensité révèlent les changements de vitesse du fluide; combiné avec un écouteur téléphonique, il est d'un emploi commode pour se former rapidement une idée sur la régularité et l'homogénéité du jet d'air projeté par la buse d'un ventilateur.

Enfin les résultats précédents s'étendent à des corps de forme quelconque. Dans le cas d'une aile ordinaire, à profil courbe, travaillant sous une faible inclinaison, la zone des fortes dépressions est à peu près localisée dans la région la plus élevée de la courbe dorsale. Les efforts qui s'y exercent concourent presque exclusivement à augmenter la poussée verticale; il y a donc lieu de s'attendre à obtenir dans un courant horizontal irrégulier une sustentation meilleure pour une traînée moyenne identique. C'est, très probablement, à un effet de cette nature qu'est dû le fait mis en évidence par les expériences de M. Riabouchinsky et consistant dans l'amélioration du rendement d'une hélice lorsqu'on la fait tourner dans un vent dirigé perpendiculairement à son axe de rotation.

ANALYSE CHIMIQUE. — *Sur le dosage des méthylamines mélangées dans une grande masse d'ammoniaque.* Note de M. J. **Bertheaume**, présentée par M. E. Jungfleisch.

La méthode de dosage des trois méthylamines et de l'ammoniaque mélangées, que j'ai indiquée dans une précédente Note ([1]), n'étant pas applicable en présence d'un très grand excès d'ammoniaque, j'ai recherché un procédé permettant de rassembler, sous un faible volume de liquide, les amines, en éliminant la majeure partie de l'ammoniaque.

([1]) *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 1251.

Le principe m'en a été fourni par l'étude d'un procédé indiqué par M. Jarry (¹) pour l'obtention du chlorhydrate de monométhylamine pur, en partant d'un chlorhydrate chargé d'ammoniaque. Il consiste à diviser le sel impur en deux portions : l'une d'elles, traitée à chaud par un alcali, laisse dégager l'amine que l'on dessèche, puis liquéfie, par refroidissement, sur l'autre portion. Après quelques heures de contact, la méthylamine a chassé le gaz ammoniac en se substituant à lui. On laisse la température s'élever ; toute l'ammoniaque et la méthylamine en excès s'éliminent d'elles-mêmes et l'on obtient du chlorhydrate de monométhylamine rigoureusement pur et fondant entre 225° et 226°.

J'ai constaté par de nombreux essais que le procédé de M. Jarry est susceptible d'assurer une élimination complète de l'ammoniaque, même lorsqu'elle se trouve à dose élevée.

De plus, en suivant un mode opératoire identique, j'ai appliqué avec succès la méthode au chlorhydrate de diméthylamine, ce qui est en opposition avec les données thermochimiques.

Pensant qu'une technique évitant la liquéfaction des bases rendrait l'opération facile, j'ai essayé le déplacement, en solution aqueuse, de l'ammoniaque dans son chlorhydrate par les mêmes bases prises en excès. Les résultats ont été semblables aux précédents ; en employant des poids connus de chlorhydrate d'ammoniaque, j'ai substitué intégralement à cette base la monométhylamine et la diméthylamine, et obtenu avec exactitude des poids correspondants de chlorhydrates de monométhylamine et de diméthylamine purs.

Ces faits montrent que l'on peut, par ce moyen, priver d'ammoniaque les sels impurs de ces bases, mais ils ne permettent pas encore de rassembler, sous un faible volume de liquide, les amines contenues dans une grande masse d'ammoniaque, but que nous poursuivons. Il faut en effet pour cela que les amines, agissant sur du chlorhydrate d'ammoniaque, dissous dans une solution ammoniacale, se substituent intégralement à cette ammoniaque.

Étant donnés les résultats précédents, il semblait qu'en ajoutant à une solution ammoniacale, contenant de la monométhylamine et de la diméthylamine libres, la quantité d'acide chlorhydrique théoriquement nécessaire pour saturer ces deux bases, il y aurait, après la formation inévitable de chlorhydrate d'ammoniaque, déplacement de l'ammoniaque par ces mêmes bases et que l'on retrouverait finalement la totalité des amines à l'état de chlorhydrates purs. En réalité, même par l'emploi d'une dose d'acide deux fois supérieure à la dose nécessaire, la méthode, pratiquée ainsi, ne permet pas

---

(¹) Jarry, *Comptes rendus*, t. CXXIV, 1897, p. 963.

de retenir plus de 16 pour 100 des amines. Après de nombreux essais, je constatai l'importance de deux facteurs essentiels : la quantité d'acide et la température. En employant huit fois la quantité nécessaire à la neutralisation des amines libres, réparties dans un grand volume de solution ammoniacale, et en procédant à une évaporation lente et à froid de l'ammoniaque, j'ai pu retenir, en une seule opération, 80 pour 100 de ces amines. Il y a donc encore une perte de 20 pour 100. Mais, en faisant subir aux gaz alcalins qui se dégagent plusieurs actions semblables de l'acide chlorhydrique, on fixe chaque fois les $\frac{80}{100}$ des amines restées libres et l'on arrive finalement ainsi à n'en laisser échapper qu'une portion infinitésimale. On réalise pratiquement cette opération par la méthode qui va être indiquée.

Quant à la triméthylamine, n'étant pas retenue dans ces conditions, elle est éliminée à l'état gazeux avec l'ammoniaque. En recevant celle-ci dans l'acide chlorhydrique, on recueille en même temps la totalité de la triméthylamine qui s'y trouve mélangée et que l'on peut doser.

Soit à doser les trois amines méthylées contenues, dans la proportion de quelques décigrammes, dans un kilogramme d'ammoniaque concentrée.

On utilisera une série de quatre flacons laveurs de Durand, réunis entre eux. Le premier, plus grand que les autres et d'un volume de 600^{cm^3} à 800^{cm^3}, reçoit une fraction connue du liquide à essayer, soit le quart ou le tiers dans le cas présent, et une quantité d'acide chlorhydrique égale à six fois environ la quantité nécessaire pour neutraliser les bases que l'on suppose exister dans ce liquide. Chacun des trois autres flacons est garni d'une même quantité d'acide chlorhydrique additionné d'assez d'eau pour faire un volume de 50^{cm^3} à 100^{cm^3}. A la suite, viennent deux autres flacons de un litre de capacité environ, contenant de l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{2}$ et au $\frac{1}{3}$, en excès, destinés à retenir l'ammoniaque et la triméthylamine. A l'aide d'une trompe ou d'une soufflerie, on détermine dans tout le système un rapide courant d'air qui, traversant les liquides, entraîne d'un flacon dans l'autre les bases volatiles qui s'y trouvent. Quand les liquides contenus dans les quatre premiers flacons sont neutres, ce dont on s'assure au moyen d'une ou deux gouttes de tournesol d'orcine, on les réunit : on a ainsi, à l'état de chlorhydrates dissous, toute la monométhylamine et la diméthylamine avec du chlorhydrate d'ammoniaque. On réduit cette solution à quelques centimètres cubes par évaporation au bain-marie; on mêle intimement avec du sable quartzeux et, au mélange sec, on applique la méthode de dosage indiquée antérieurement (¹). On obtient ainsi le poids de la *monométhylamine* et celui de la *diméthylamine*.

D'autre part, sur le contenu des cinquième et sixième flacons, réuni et réduit à 500^{cm^3} environ, puis privé du chlorhydrate d'ammoniaque en excès, après refroidissement à 0°, on dose la *triméthylamine* par son periodure, selon la méthode donnée (²).

Voici un exemple de dosage effectué dans ces conditions, sur 250^{cm^3} d'ammoniaque

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 1253.
(²) *Ibid.*

pure à 22° B., correspondant à 50g d'AzH^3, et additionnés de quantités connues d'amines :

	Quantités d'amines ajoutées.	Quantités d'amines retrouvées.
Monométhylamine	0g,0955	0g,0938
Diméthylamine	0,0615	0,0599
Triméthylamine	0,0880	0,0855

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la fixation du trioxyméthylène par les dérivés magnésiens des homologues du bromure de benzyle.* Note de M. **P. Carré**, présentée par M. A. Haller.

On sait ([1]) que le trioxyméthylène réagit de façon anormale sur le chlorure de benzyle-magnésium pour donner l'alcool *o*-toluylique et non l'alcool phényléthylique attendu, tandis qu'il réagit normalement sur le bromure de *m*-tolyle-magnésium pour donner l'alcool *m*-tolyléthylique ([2]). Les recherches suivantes montrent que le bromure de mésityle-magnésium se comporte envers le trioxyméthylène de même façon que le chlorure de benzyle-magnésium, et fournit du *mésitylcarbinol*

CH^2OH, CH^3, CH^3, CH^3 (noyau benzénique)

Il se forme en outre dans ce cas une assez grande proportion de l'*éther-oxyde* correspondant :

$(CH^3)_3C_6H_2-CH^2-O-CH^2-C_6H_2(CH^3)_3$

La production d'éther oxyde à partir des dérivés organo-magnésiens a déjà été signalée par M. A. Béhal ([3]) dans le cas de la réaction du pipéronal sur l'iodure de méthyle-magnésium.

([1]) Tiffeneau et Delange, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 573.
([2]) P. Carré, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 1108.
([3]) A. Béhal, *Bull. Soc. chim.*, t. XXV, 1901, p. 275.

La constitution du mésitylcarbinol obtenu résulte de son oxydation manganique qui fournit de l'acide benzène-tétracarbonique-1.2.3.5 ou acide mellophanique de Jacobsen ([1]). Cet alcool est d'ailleurs nettement différent, par ses propriétés et ses dérivés, de *l'alcool xylyléthylique symétrique*

$$\text{CH}^2-\text{CH}^2\text{OH}$$
$$\text{CH}^3 \quad \text{(noyau benzénique)} \quad \text{CH}^3$$

qui serait le produit normal de la réaction du bromure de mésityle-magnésium sur le trioxyméthylène, et que j'ai préparé en réduisant le xylylacétate d'éthyle symétrique par le sodium et l'alcool absolu.

De même que le bromure de *m*-tolyle-magnésium, le bromure de mésityle-magnésium s'obtient avec un rendement assez faible ; il se forme en même temps une forte proportion du *dixylyléthane symétrique*

$$C^6H^3(CH^3)^2_{3.5}\,CH^2\text{-}CH^2\,C^6H^3(CH^3)^2_{3.5}$$

de Moritz et Wollfenstein ([2]).

1. *Réaction du trioxyméthylène sur le bromure de mésityle-magnésium.* — Le *bromure de mésityle* $C^6H^3(CH^3)^2CH^2Br$ se prépare en traitant le mésitylène par les trois quarts de la quantité théorique de brome à 160° [Colson ([3]), Wispek ([4])]. Il distille à 118° sous 22^{mm} et cristallise en belles aiguilles fusibles à 40° (au lieu de 38°).

200^g de bromure de mésityle ont été dissous dans 400^g d'éther anhydre et additionnés par petites portions, de magnésium, à froid; il se dissout seulement 17^g à 18^g de magnésium (au lieu de 24^g). On ajoute 30^g de trioxyméthylène et l'on porte 8 à 10 heures à l'ébullition. Après destruction du dérivé magnésien par l'eau acidulée glacée, on peut isoler, par plusieurs rectifications, les portions suivantes :

1° 4^g à 5^g de mésitylène.

2° 10^g à 12^g d'une substance liquide distillant à 112° sous 15^{mm} dont la nature n'a pas été déterminée; cette substance renferme une proportion d'oxygène beaucoup plus grande que celle des dérivés mésityléniques qui peuvent prendre naissance dans la réaction; elle constitue peut-être un produit de condensation de l'aldéhyde formique; je me propose d'en poursuivre l'étude.

3° 4^g environ de *mésitylcarbinol* distillant à 140°-141° sous 15^{mm}, et cristallisant en belles aiguilles blanches fusibles à 88°-89°, très solubles dans les solvants usuels; sa

---

([1]) Jacobsen, *D. chem. G.*, t. XVII, 1884, p. 2517.
([2]) Moritz et Wollfenstein, *D. Chem. G.*, t. XXXII, 1899, p. 2532.
([3]) Colson, *Ann. de chim. et de Phys.*, 6e série, t. VI, 1885, p. 89.
([4]) Wispek, *D. chem. G.*, t. XVI, 1883, p. 1577 et 1578.

phényluréthane $C^6H^2(CH^3)^3CH^2O.CO.NH.C^6H^5$ cristallise dans l'alcool en longs prismes fusibles à 124°-125°. L'oxydation du mésitylcarbinol par le permanganate de potassium, en liqueur alcaline, fournit l'*acide mellophanique* $C^6H^2(CO^2H)^4.1.2.3.5$, fusible vers 240°.

4° 70g à 80g de *dixylyléthane symétrique*, distillant à 210° sous 15mm, et cristallisant dans la ligroïne en tables fusibles à 78°.

5° Un résidu, qui, par cristallisations répétées dans l'alcool, fournit 8g à 10g de l'*oxyde du mésitylcarbinol* $C^6H^2(CH^3)^2CH^2.O.CH^2C^6H^3(CH^3)^2$, en très belles aiguilles blanches soyeuses fusibles à 148°, assez soluble dans l'alcool chaud, presque insoluble dans l'alcool froid. Cet éther oxyde possède déjà une forte tension de vapeur un peu au-dessus de son point de fusion, aussi le rencontre-t-on dans toutes les portions de la première distillation qui passent au-dessus de 140°; on le retrouve comme résidu des nouvelles rectifications de ces portions. Sa constitution résulte de l'action de l'acide bromhydrique en solution acétique, qui, à la température de 100°, le transforme quantitativement en *bromure de tétraméthyl-1.2.3.5-benzène*

$$C^6H^2(CH^3)^3\,1.3.5(CH^2Br)^2;$$

celui-ci cristallise dans la ligroïne en longues tables fusibles à 52°, et fournit par saponification le mésitylcarbinol fusible à 88°-89°. Traité par le pentachlorure de phosphore, cet éther oxyde ne donne que des résines.

2. *Préparation de l'alcool xylyléthylique symétrique.* — *L'acide xylylacétique symétrique* $C^6H^3(CH^3)^2_{3.5}(CH^2.CO^2H)_1$, préparé suivant les indications de Wispek (*loc. cit.*), au moyen de bromure de mésityle et du cyanure de potassium, cristallise dans l'eau en longues aiguilles blanches fusibles à 103° (au lieu de 100°). Son *éther éthylique* $C^6H^3(CH^3)^2(CH^2.CO^2C^2H^5)$ est un liquide huileux, assez mobile, distillant à 141°-142° sous 18mm; 50g de cet éther éthylique réduits par le sodium et l'alcool absolu ont fourni 32g d'*alcool xylyléthylique symétrique*, liquide incolore, mobile, distillant à 134°-135° sous 15mm, qui possède une faible odeur de rose; sa *phényluréthane* $C^6H^3(CH^3)^2CH^2.CH^2O.CO.NH.C^6H^5$ cristallise dans l'alcool en longs prismes fusibles à 99°; son *acétate* $C^6H^3(CH^3)^2CH^2.CH^2CO^2CH^3$ est un liquide incolore, distillant à 138°-139° sous 13mm. Il ne m'a pas été possible de caractériser cet alcool xylyléthylique parmi les produits de la réaction du bromure de mésitylemagnésium sur le trioxyméthylène.

MINÉRALOGIE. — *Sur la brookite d'une syénite albitique des environs d'Ernée.* Note de M. **Vandernotte**, présentée par M. A. Lacroix.

On sait combien est fréquente la production des cristaux d'acide titanique par décomposition de la biotite des roches éruptives. La forme la plus fréquente qu'il prend est celle du rutile, auquel s'adjoignent plus rarement l'anatase ou la brookite.

En étudiant les roches de la Mayenne, j'ai trouvé, dans une syénite albitique des environs d'Ernée un cas d'altération des micas ayant un grand intérêt parce que le minéral titanifère formé dans ces conditions est presque exclusivement la brookite. Comme, d'autre part, ce minéral y est exceptionnellement abondant, j'ai entrepris sa séparation sur les conseils de M. A. Lacroix.

Cette opération n'a pas été sans de très grandes difficultés. Les cristaux n'ayant que 2 à 3 dixièmes de millimètre comme plus grande dimension, possédant une structure lamellaire et étant extrêmement minces, il n'est pas possible d'utiliser les liquides lourds pour effectuer leur séparation : ces cristaux, en effet, malgré leur densité supérieure à 4, flottent même à la surface de l'eau. Néanmoins, en combinant, d'une façon convenable et en alternant un grand nombre de fois, le tamisage de la roche réduite en poudre fine, la lévigation pour concentrer le mica altéré, l'attaque par les acides fluorhydrique et chlorhydrique, et enfin le lavage à la potasse, j'ai pu obtenir, par le traitement de près de 10^{kg} de roche, 2^{g} de cristaux. Le pourcentage du zircon et de l'anatase dans ce résidu n'est que de quelques unités; le reste est constitué par de la brookite.

L'anatase se présente sous forme d'octaèdres, aplatis suivant la base, légèrement bleuâtres; le zircon, plus ou moins allongé suivant l'axe vertical, souvent riche en inclusions, présente des combinaisons variées des formes $m(110)$, $h^1(100)$, $a^1(101)$, $b^{\frac{1}{2}}(111)$, $a_3(211)$.

La brookite est extrêmement aplatie suivant h^1, cannelée verticalement; les cristaux sont limités par les faces h^1, m, et des faces de la zone $e^{\frac{1}{2}}g^1$ (comprenant les formes a_5, e_3), avec des faces $p(001)$ plus ou moins développées; leur coloration est d'un beau jaune d'or; la densité, mesurée par la méthode du flacon, présente la valeur très forte de 4,15.

La dispersion est fort grande; le plan des axes optiques est parallèle à p pour les rayons rouges, à g^1 pour les rayons bleus. L'angle des axes, mesuré autour de la bissectrice aiguë positive, à l'aide d'un réticule à fil mobile convenablement taré, a donné les valeurs suivantes :

$$2E = 52^\circ \text{(rouge)}; \quad 39^\circ \text{(jaune)}; \quad 31^\circ \text{(bleu)}.$$

Ces propriétés optiques sont celles de la brookite normale; mais l'étude optique m'a permis de constater, en outre, un fait qui ne semble pas avoir été observé dans la brookite des roches : c'est une paramorphose en rutile, rappelant celle qui est bien connue dans l'arkansite. Cette paramorphose, qui n'est presque jamais complète, débute à la périphérie des cristaux de brookite et se propage par bandes parallèles aux faces $p(001)$. Les cristaux de rutile sont maclés suivant $a^1(101)$ et allongés suivant une arête $a^1 b^{\frac{1}{2}}$ qui, dans la face d'aplatissement de la brookite, est toujours disposée normalement à l'axe vertical de celle-ci. Cette transformation partielle en rutile explique la forte densité donnée plus haut, qui est intermédiaire entre celle de la brookite (3,9 à 4) et celle du rutile (4,2 à 4,3).

Les cristaux de brookite, extraits par les procédés qui viennent d'être décrits, sont parfois intacts, souvent plus ou moins brisés; ils offrent l'analogie la plus grande avec ceux qui se trouvent dans les parties lourdes des résidus du traitement par les acides de beaucoup de calcaires sédimentaires et il n'est pas douteux que l'origine de ces cristaux ne doive être recherchée dans la destruction de roches granitiques du genre de celle d'Ernée.

MINÉRALOGIE. — *Sur deux gisements de zéolites dans l'Antarctique.* Note de M. **E. Gourdon**, présentée par M. A. Lacroix.

Au cours de la récente expédition antarctique, commandée par le Dr Charcot, j'ai eu l'occasion de trouver deux intéressants gisements de zéolites, que j'ai étudiées au Muséum, sous la direction de M. A. Lacroix. Le premier a été rencontré dans l'île du Roi Georges et le second à l'île Jenny.

L'île du Roi Georges, située sous le 62e parallèle, est l'une des îles des Shetlands du Sud; elle est montagneuse et présente sur sa côte méridionale une profonde échancrure en forme de T, la baie de l'Amirauté. C'est dans une anse de cette baie, que les zéolites ont été recueillies. Des falaises, hautes d'environ 300^m, sont constituées par des tufs basaltiques très altérés constellés d'amygdales qui contiennent du quartz, de la calcite et des zéolites. Quand l'altération du tuf est suffisante, il est facile d'en extraire le remplissage de ces amygdales, sous forme de nodules à surface extérieure lisse, souvent creusés de géodes, que tapissent des cristaux. Les zéolites suivantes ont été observées.

La *stilbite* forme des cristaux flabelliformes ou des masses lamelleuses, dont les éléments ont jusqu'à 5^{cm}; leur couleur est blanche ou jaunâtre.

La *heulandite* se présente en cristaux simples de forme : $g^1(010)$, $p(001)$, $o^1(101)$, $a^1(\bar{1}01)$ et quelquefois $m(110)$; ils sont incolores ou d'un beau jaune orangé; ils constituent le plus joli minéral de ce gisement.

L'*analcime*, d'un blanc laiteux, se rencontre invariablement sous forme de trapézoèdres a^2 atteignant 2^{cm} de diamètre.

L'*apophyllite* est fort rare; je l'ai observée avec des aspects variés sous forme de tables incolores et transparentes, aplaties suivant la base, biselées par des facettes a^1 avec de très petites faces m; plus rarement a^1 domine, il est tronqué par une petite face p. Ces cristaux sont implantés sur du quartz en très petits prismes et ce dernier minéral épigénise parfois complètement l'apophyllite (carapaces creuses de la forme $a^1 m$).

Il existe aussi de nombreuses zéolites fibreuses, qui accompagnent les espèces précédentes, mais qui se présentent surtout seules dans une anse voisine; les nodules qu'elles constituent sont souvent dépourvus de cavité géodique. J'ai reconnu la *mésotype* et

la *scolésite*, dont les fibres ont généralement un aspect soyeux ou nacré, la *mésolite* d'un blanc laiteux à cassure terne et à fibres très serrées. L'examen microscopique montre l'association assez fréquente dans un même échantillon de la mésolite et de la scolésite. Enfin, un seul échantillon de *thomsonite* en longues aiguilles vitreuses a été trouvé, englobé dans l'analcime.

Lorsque plusieurs espèces de zéolites sont associées, leur ordre de cristallisation est le suivant : la stilbite blanche est implantée sur les cristaux de heulandite, très rarement cet ordre de succession est renversé. L'analcime est généralement postérieure à la heulandite et à la stilbite; quelques échantillons sont constitués par de la mésolite fibreuse, recouverte par des cristaux de mésotype, supportant eux-mêmes l'analcime; des aigrettes de mésolite aciculaire sont quelquefois implantées entre les trapézoèdres d'analcime.

On a vu plus haut que l'analcime enveloppe la thomsonite. Enfin il n'est pas rare de rencontrer des nodules extérieurement constitués par de la mésolite fibreuse et intérieurement remplis par du quartz grenu, qui englobe de fines aiguilles de mésolite.

Par la variété, l'abondance et la beauté des échantillons de zéolites qu'on y rencontre, la baie de l'Amirauté peut être comparée aux gisements classiques des Feröe. Les quelques heures que nous avons pu passer dans ce gisement ne nous ont cependant permis que d'en entrevoir la richesse.

L'île Jenny, située par 67°45′ de latitude Sud et 70°50 de longitude Ouest de Paris, est le point le plus méridionnal de l'Antarctique, dans lequel nous avons pu recueillir des roches en place.

Cette île se trouve à environ 300^{km} du cap Tuxen, le gisement le plus méridional atteint par la précédente expédition. Elle consiste en une montagne de 500^{m} d'altitude aux crêtes très vives, aux parois abruptes au Sud et à l'Ouest, évasée en entonnoir du côté de l'Est. Elle est essentiellement constituée par des diorites et des gabbros, traversés par de larges filons d'une andésite à grands cristaux de hornblende. Les fentes de cette dernière roche, qui est assez altérée, sont tapissées par de grandes rosettes ou par des masses laminaires de stilbite blanche à éclat nacré, constituant de beaux échantillons, mais dans lesquels je n'ai rencontré aucun cristal déterminable.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'ascension de la sève.* Note de M. Leclerc du Sablon, présentée par M. Gaston Bonnier.

La plupart des auteurs considèrent la question de l'ascension de la sève comme n'étant pas complètement résolue; d'ailleurs les solutions qui sont proposées par certains sont loin d'être concordantes. On admet généralement que l'eau s'élève par la cavité des vaisseaux assimilés à des tubes dans lesquels la circulation se produirait sous l'influence des différences de pression existant entre les deux extrémités de la tige. L'objection principale faite aux diverses théories émises est qu'on ne connaît aucune cause pouvant produire

des différences de pression assez grandes pour élever l'eau depuis les racines jusqu'au sommet des arbres les plus élevés.

L'explication que je propose est fondée sur l'extrême difficulté qu'éprouvent les liquides à circuler dans le bois et ne suppose pas entre divers points de la tige des différences de pression considérables. J'admets d'abord, ce qui paraît bien établi, que la sève circule par le bois secondaire jeune renfermant encore des cellules vivantes. Je constate ensuite que dans un arbre très élevé où la sève circule normalement, la pression interne du bois est sensiblement la même au sommet qu'à la base; les mesures effectuées par Ewart ne laissent aucun doute sur ce point. Il n'y a donc pas lieu de chercher à expliquer une différence de pression qui n'existe pas et qui par conséquent ne doit pas être considérée comme nécessaire.

Je remarque en second lieu qu'à l'intérieur du bois vivant, les pressions ne se transmettent que partiellement et à de très faibles distances. Les expériences de G. Bonnier ont précisé ce point; d'autre part, Ewart a montré que pour faire monter l'eau dans une tige, il fallait exercer à la base de cette tige une pression égale à une colonne d'eau dont la hauteur est comprise entre 6 fois et 33 fois la hauteur de la tige. Cette difficulté de la transmission des pressions tient à l'étroitesse des vaisseaux, à la présence des cloisons transversales et surtout aux chapelets de bulles d'air qui, comme l'a montré Jamin, font l'effet de véritables bouchons.

Il résulte de ces faits que la masse liquide renfermée dans l'ensemble des vaisseaux du bois n'exerce pas de pression hydrostatique sur sa base; son poids est entièrement supporté par le stéréome rigide de la plante. Ceci étant posé, il est facile de montrer que la circulation de la sève est en relation avec le pouvoir osmotique des cellules vivantes sur le rôle desquelles Godlewski a depuis longtemps attiré l'attention.

Soient p le pouvoir osmotique des cellules que je supposerai au début être uniforme dans la tige et dans les feuilles; t la turgescence de ces mêmes cellules, c'est-à-dire la pression exercée par le suc cellulaire sur les parois; h la pression atmosphérique; h' la pression interne des vaisseaux. Je suppose que le contenu des vaisseaux a un pouvoir osmotique nul; si ce pouvoir osmotique n'était pas nul, rien ne serait changé au raisonnement, il suffirait de supposer que p représente la différence entre le pouvoir osmotique des cellules et celui des vaisseaux. Si au début $p = t$ et $h = h'$, il y a équilibre et le suc cellulaire ne tend ni à emprunter ni à céder de l'eau aux vaisseaux.

Si les cellules des feuilles transpirent, leur pouvoir osmotique augmente et leur turgescence diminue, on a $p > t$; ces cellules empruntent donc de l'eau aux vaisseaux voisins où l'on aura alors $h' < h$. D'après ce qui a été dit, cette dépression ne se transmettra qu'à une très faible distance dans le bois, mais pourra néanmoins arriver jusqu'à une cellule voisine où $p = t$. L'équilibre entre cette cellule et le vaisseau où $h' < h$ est ainsi rompu et le suc

cellulaire cédera de l'eau au vaisseau jusqu'à ce que $p - t = h - h'$. De plus, la cellule où $p > t$ emprunte également de l'eau aux cellules voisines où $p = t$. La diminution de turgescence pourra ainsi se propager et atteindre le voisinage d'un vaisseau où $h' = h$; ce vaisseau cédera alors de l'eau aux cellules, et ainsi de suite. L'eau circulera ainsi dans le bois, grâce aux différences de pression dans les vaisseaux ou de turgescence dans les cellules, jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli.

Il est essentiel de remarquer que la diminution de pression dans les vaisseaux ne se propage directement que sur une longueur très faible. Les chapelets de bulles d'air ou les parois transversales sont des obstacles qui s'opposent à la transmission des pressions, et constituent des relais dans le mouvement ascendant de la sève. Le pouvoir osmotique des cellules vivantes permet à l'eau de contourner ces relais. Une tige ne doit donc pas être considérée comme formée de tubes pleins d'eau ou de vésicules empilées les unes sur les autres, mais bien comme une colonne rigide à laquelle seraient accrochées des séries continues de tubes ou de vésicules pouvant effectuer des échanges par osmose, mais n'exerçant pas de pressions les unes sur les autres. Les cellules vivantes jouent un rôle essentiel grâce aux propriétés osmotiques de leurs membranes protoplasmiques.

On voit que le mécanisme de l'ascension de la sève est indépendant de la hauteur des tiges ; l'eau n'a pas plus de difficulté pour s'élever au sommet d'un arbre haut de 100^m que dans une plante de quelques décimètres. De plus, la circulation de bas en haut dans une tige verticale est à peine plus difficile que dans une tige horizontale. La force nécessaire pour amener le déplacement du liquide est fournie par l'augmentation du pouvoir osmotique des cellules vivantes. Toutes les causes qui, comme la transpiration, ont une influence sur le pouvoir osmotique, contribueront donc à l'ascension de la sève.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'immunisation du lapin contre le poison des Amanites à phalline.* Note de MM. **Radais** et **Sartory**, présentée par M. Guignard.

On sait que, parmi les champignons qui causent des empoisonnements mortels, l'*Amanita phalloides* et l'*Amanita mappa*, qui renferment la phalline de Kobert, sont les espèces les plus fréquemment incriminées, autant du moins que le permettent des identifications souvent difficiles.

Une abondante récolte de ces cryptogames, pendant l'automne de 1909, nous a permis de tenter des essais d'immunisation contre le poison phallinien. Des expériences préliminaires sur les petits animaux nous ont conduits à choisir le lapin et à introduire le poison par injection intra-péritonéale.

L'impossibilité d'isoler la phalline nous a obligés, d'autre part, à utiliser le suc retiré par expression des champignons et conservé exempt de fermentation par addition d'essence de moutarde. On sait que les diverses parties du carpophore sont inégalement toxiques; les essais de divers auteurs, effectués sur les animaux par la voie stomacale, ont montré qu'on pouvait distinguer, par ordre de toxicité, la cuticule, le chapeau, le bulbe et le pied. Nos propres expériences, faites par le moyen des injections intra-péritonéales, aboutissent aux mêmes conclusions. Il eût été naturel de choisir la partie la plus toxique, mais la difficulté d'extraire de la cuticule une quantité suffisante de suc nous a conduits à retirer du chapeau seul, débarrassé de la cuticule et des lamelles, le suc nécessaire aux expériences. Afin d'éviter les causes d'erreur résultant de l'inégale toxicité des diverses récoltes, toutes les colatures ont été mélangées, et le même liquide a servi pour toutes les expériences; grâce à la présence de l'essence de moutarde, ce liquide s'est conservé indemne de toute fermentation.

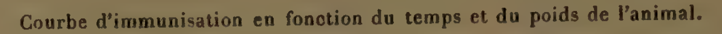
Une première série d'essais a servi à déterminer la dose toxique du suc employé. Pour un lapin de poids moyen ($2^{kg},500$ environ), cette dose était de 8^{cm^3} et amenait la mort en 24 heures, avec quelques troubles gastro-intestinaux et surtout des phénomènes de paralysie débutant par le train postérieur. Pour des doses inférieures à celle qui amène la mort, les troubles sont de même nature, mais rétrocèdent au bout de quelques jours; dans les deux cas, l'animal subit une notable perte de poids.

Par des injections répétées de doses variant entre $0^{cm^3},5$ et 2^{cm^3}, selon l'état de résistance de l'animal, on peut atteindre plusieurs fois la dose mortelle. Au bout du quatrième mois environ, l'immunité contre cette dose injectée d'emblée se trouve acquise.

Chacune des étapes de l'immunisation est marquée par des réactions que l'on apprécie par les variations de poids de l'animal. On peut en juger par l'examen du graphique ci-après, qui figure, poursuivie pendant 124 jours, l'immunisation d'un lapin contre le poison phallinien de l'*Amanita mappa*. Les ordonnées ont été fournies par les variations de poids de l'animal et par le temps de l'expérience.

Les premières inoculations déterminent d'abord, jusqu'au 12e jour, un brusque fléchissement de la courbe qui se relève ensuite progressivement; chaque inoculation est suivie d'une baisse du poids qui tend ensuite à augmenter avec l'accoutumance de l'animal au poison. L'allure un peu tourmentée de la courbe, dans sa partie moyenne,

du 70e au 100e jour, provient de troubles gastro-intestinaux provoqués par un changement fortuit d'alimentation. A partir du 100e jour environ, l'augmentation de poids progresse rapidement, malgré les injections répétées de doses atteignant d'emblée 2^{cm^3} et 3^{cm^3}.


Courbe d'immunisation en fonction du temps et du poids de l'animal.



Au 124e jour, l'immunisation peut être considérée comme atteinte; l'animal reçoit d'emblée 9^{cm^3} de suc, c'est-à-dire la dose sûrement mortelle, sans manifester d'autre symptôme qu'une perte de poids passagère, compensée d'ailleurs en quelques jours.

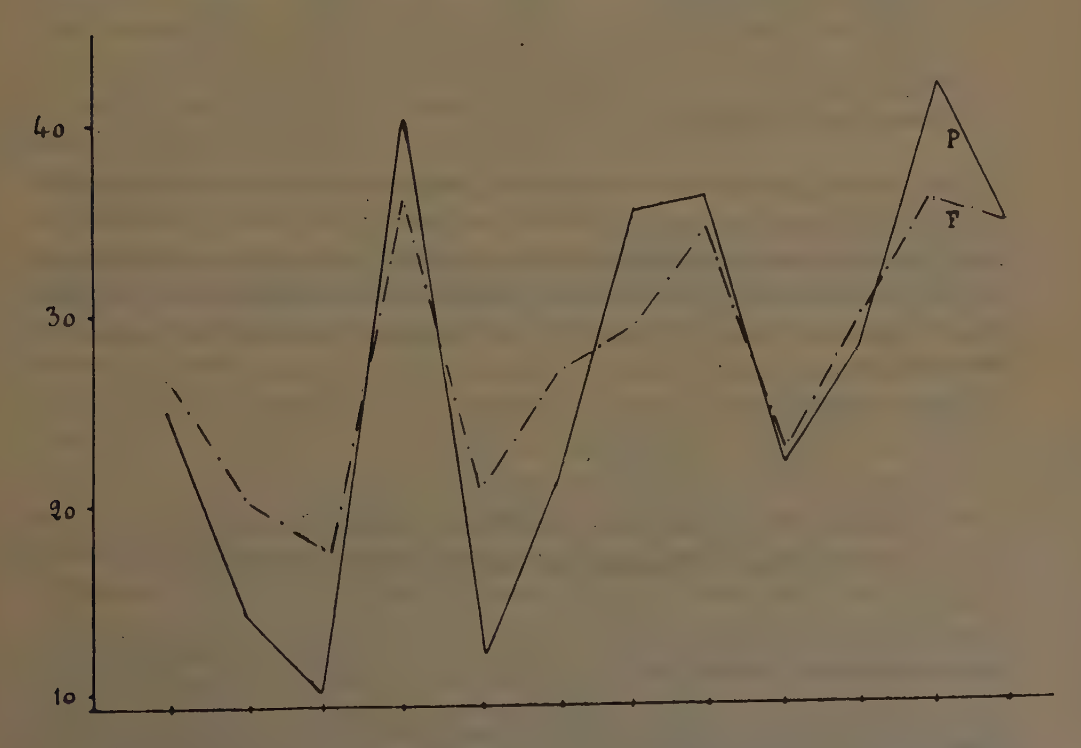
L'animal abandonné à lui-même, sans traitement immunisant, pendant une durée d'un mois environ, continue à augmenter de poids; inoculé au bout de cette période avec 8^{cm^3} de suc toxique, il succombe en 24 heures avec les symptômes habituels de l'empoisonnement phallinien.

Il résulte de ces essais que le lapin peut être immunisé contre le poison phallinien et résister à la dose sûrement mortelle; cette immunisation, obtenue en quatre mois environ dans les conditions des expériences ci-dessus, ne résiste pas à une suspension de un mois du traitement immunisant.

La faible quantité de substance toxique recueillie ne nous a pas permis de pousser plus loin cette étude et de rechercher notamment quelles seraient les propriétés du sérum de l'animal immunisé. Nous nous proposons de continuer ces recherches avec de nouveaux matériaux.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur une certaine loi de variation du foie et du pancréas chez les Oiseaux.* Note de M. A. **Magnan**, transmise par M. Yves Delage.

C'est un fait digne de remarque que les variations dues aux régimes retentissent de la même façon sur le pancréas et sur le foie. Un graphique permettra de saisir dans son ensemble cette constatation. Les divers régimes sont figurés sur la ligne des abscisses par des points équidistants, de telle façon que les poids totaux aillent en décroissant. Sur l'ordonnée correspondante à chacun d'eux, plaçons deux points figurant respectivement ses



quantités de foie et ses quantités de pancréas, ces dernières étant multipliées par 10 afin de ne pas exagérer la grandeur du graphique. Relions par un trait les points relatifs à un même organe. Il apparaît nettement que les deux courbes représentatives du foie et du pancréas ont des oscillations sensiblement parallèles. Cette variation de même sens d'organes qui sont tous deux des glandes à sécrétion interne et externe présente un grand intérêt physiologique.

Voici les chiffres qui nous ont servi à établir le graphique :

	Poids total moyen.	Poids du pancréas par kilogramme d'animal.	Poids du foie par kilogramme d'animal.
	g	g	g
Carnivores	1382,40	0,98	17,50
Granivores	506	1,20	20,60
Carnivores et piscivores	1707,40	1,44	20,10
Carnivores et insectivores	374,60	2,10	27
Frugivores	152,30	2,20	22,20
Omnivores (palmipèdes)	2207,20	2,50	27
Granivores et Insectivores	39,60	2,80	29
Piscivores et Insectivores	204,70	3,20	35,10
Omnivores (corvidés)	214,70	3,50	29,10
Insectivores exotiques	22,20	3,50	35
Piscivores	896,60	4	36,20
Insectivores indigènes	32,50	4,20	36

Ces données nous montrent qu'au régime carné correspond la quantité moindre de pancréas, alors que chez les Insectivores et les Piscivores, le pancréas atteint son plus grand développement. Les Granivores ont un peu plus de pancréas que les Carnivores; par contre les Frugivores en ont plus que les Granivores. Les oiseaux à régime mixte occupent une situation intermédiaire.

C'est ce que M. de la Riboisière avait déjà trouvé pour le foie ([1]).

BIOMÉCANIQUE. — *Une force nouvelle : le mitokinétisme.* Note ([2]) de M. **Marcus Hartog**, présentée par M. Yves Delage.

1. Dans ces derniers temps, plusieurs auteurs se sont appliqués à la tâche de représenter le fuseau de la cellule en cinèse par des modèles physiques à deux pôles de même nom et un troisième de nom contraire, plus large, au centre : ce faux fuseau se compose de deux fuseaux asymétriques, se réunissant par leur pôle large. Lorsque dans ces modèles on partage le pôle central en deux, séparés, on constate des dissemblances entre ces modèles et le fuseau cellulaire qu'ils sont censés reproduire. J'ai trouvé

([1]) J. de la Riboisière, *Comptes rendus*, 26 juin 1909.

([2]) Présentée dans la séance du 27 juin 1910.

récemment un nouveau modèle type de fuseau homopolaire, et qui ne demande pas comme ceux-là l'introduction d'un large pôle de nom contraire à l'équateur.

Deux conducteurs globulaires sont attachés au même pôle d'une machine électrostatique et liés ensemble par un mince écheveau de soie, pas trop tendu. Aussitôt que la machine fonctionne, les fils se séparent pour constituer un très joli fuseau. Nous y avons en effet les conditions de Clerk-Maxwell, tension longitudinale, pression transversale; la tension est toute mécanique; la pression est due à l'induction électrostatique. La figure est la résultante de deux forces hétérogènes. Ce modèle semble donner un tableau bien plus exact du fuseau cellulaire que les expériences de Leduc, Gallardo, ou de son élève Damianovich.

Mais le fuseau cellulaire ne surgit pas soudainement du néant dans tout son développement : chez les Métazoaires, il est habituellement de taille minime à son apparition; il s'accroît par l'élongation de ses fils et par l'addition de nouveaux fils à sa périphérie.

Dans les cas les mieux étudiés, cette croissance se fait toujours selon la même formule : des fils émanant des pôles s'allongent et peuvent dépasser le plan équatorial, où ils se croisent avec ceux du pôle opposé; puis, ces fils s'infléchissent, se rencontrent avec les fils de l'autre pôle et se fusionnent avec eux. Kr. Bonnevie a même décrit un cas où le fuseau débute par deux rayonnements polaires qui finissent par se réunir ainsi en fuseau (*Arch. f. Zellenforschung*, t. V, 1910). Or, cette incurvation et cette réunion des fils partant des pôles opposés est la preuve que le fuseau cellulaire est hétéropolaire, que ces fils représentent des *chaînes de force* ou bien, comme le veut Bonnevie, des *stream-lines* (lignes de courant) : c'est une question de géométrie élémentaire.

Reportons-nous à notre modèle homopolaire et tranchons certains fils, ou bien attachons aux deux pôles de petites houppes de soie. Ces fils, au lieu de s'incurver pour rentrer dans le fuseau, se redressent et se recourbent suivant le parcours des lignes de force électrostatiques de deux pôles de même nom : ils sont convexes vers l'équateur et vers l'axe interpolaire. Ainsi notre modèle, qui dans le fuseau central représentait si bien le fuseau cellulaire, montre, dans ses houppes périphériques, une différence capitale, qui ne peut s'expliquer qu'en admettant que le fuseau cellulaire diffère essentiellement de notre modèle par le fait que ses pôles sont de nom contraire.

Il y a 7 ans que Ralph Lillie a démontré que les chromosomes portaient une charge électrique négative.

Pentimalli a poursuivi cette thèse sur la plante vivante. Je reproduis ici trois de ses figures.

Fig. 1.

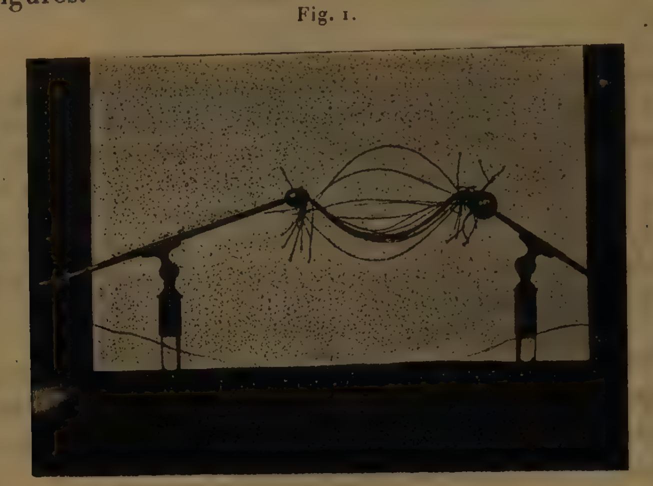
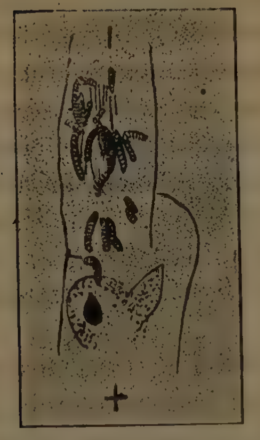
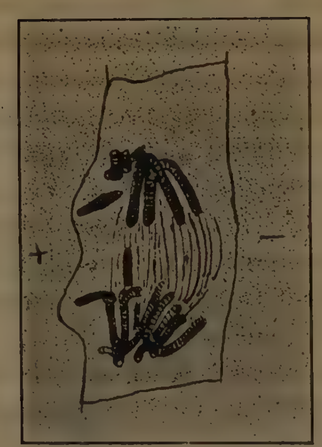


Fig. 2.



Tissu de la racine de Jacinthe exposée à un courant longitudinal (d'après PENTIMALLI, *Arch. Entwickl.*, t. XXVIII, 1909).

Fig. 3.



Le même exposé à un courant transversal.

On voit que les chromosomes tendent à se transporter vers le pôle +, en se libérant de leurs attaches au fuseau et au cytoplasme ; ceux d'entre eux qui y ont réussi le plus complètement sont isolés et poursuivent leur trajet en passant dans la cellule avoisinante, ayant détruit la paroi de séparation. Certains des fils du fuseau semblent s'être aussi déplacés dans le même

sens, mais d'une manière plus passive, et comme entraînés par le mouvement des chromosomes.

Dans la figure à courant transversal (*fig.* 3) les deux asters-filles se sont déplacés vers l'anode en amenant de ce côté les bouts du fuseau auxquels ils sont attachés. Le reste du fuseau est déformé : en retenant la forme de fuseau, il est devenu aplati du côté anodal, plus bombé du côté cathodal, mais la force exprimée par l'arrangement en fuseau n'a pas été déviée par le courant électrique. On doit admettre que le fuseau a été tiré passivement à ses deux bouts par les asters qui refoulent le cytoplasme entre le fuseau et la paroi cellulaire au côté anodal ; et que la pression cytoplasmique a aplati la partie avoisinante du fuseau. De l'autre côté de la cellule, le cytoplasme s'est retiré pour occuper la place laissée par la marche des asters.

On pourrait, il est vrai, tenter d'expliquer la déformation du fuseau en attribuant à celui-ci une attraction électrostatique vers la cathode, mais cette explication est en contradiction flagrante avec la conduite du fuseau sous l'influence du courant longitudinal.

Or nous avons déjà constaté que le champ-fuseau est celui d'une force *duale*, à pôles opposés. Il est bien avéré qu'elle n'est pas le magnétisme. Les forces duales connues de l'osmose, des courants cytoplasmiques, sont de nom identique aux deux foyers du fuseau. Il faut donc admettre que le mitokinétisme, force duale qui s'exprime dans le fuseau hétéropolaire de la cellule, est une *force nouvelle*, *inconnue jusqu'ici en dehors de l'organisme vivant*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la combustion de l'aldéhyde éthylique par les végétaux inférieurs*. Note de M. A. PERRIER, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait depuis longtemps que l'aldéhyde éthylique est un produit constant de la fermentation alcoolique ; elle se forme en plus grande abondance au contact de l'air, mais on la rencontre également lorsque la fermentation a lieu en l'absence de l'oxygène Cette production d'éthanol a été attribuée à l'oxydation de l'alcool par la levure (¹).

M. Mazé (²) est le premier qui ait considéré l'alcool et l'aldéhyde éthylique comme deux termes successifs d'un mode de digestion et d'utilisation

(¹) DUCLAUX, *Traité de Microbiologie*, t. III, p. 432 et suiv. Masson, édit.

(²) MAZÉ, *Comptes rendus*, janvier 1902 ; *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XVI, 1902.

des sucres par les cellules végétales. Mais l'aldéhyde éthylique, comme son homologue inférieur le méthanol, exerçant une action antiseptique à des doses très faibles, pour la plupart des cellules végétales, on est obligé d'admettre que ce terme de passage est utilisé au fur et à mesure de sa production.

Au cours de mes recherches, sur la combustion de quelques produits organiques, j'ai rencontré un certain nombre de microorganismes, doués d'un pouvoir oxydant considérable, et susceptibles en particulier de se développer dans un milieu entièrement minéral, ne contenant que de l'aldéhyde éthylique comme aliment hydrocarboné. Le milieu de culture que j'ai utilisé est formé de la manière suivante :

Eau de robinet........................	1000^{cm^3}
Phosphate d'ammoniaque..............	1^g
Phosphate de potasse..................	$0^g,5$
Sulfate de magnésie...................	$0^g,025$

Je néglige les faibles quantités de matières organiques contenues dans l'eau d'alimentation de la ville de Campinas.

Le liquide stérilisé est additionné de quantités variables d'aldéhyde filtrée, et distribué dans des flacons d'Erlenmeyer très aplatis de manière que la hauteur du liquide ne dépasse pas 5^{mm}. On les ensemence avec une trace de semence et on les place à l'étuve à 37° C. On laisse autant de témoins non ensemencés pour tenir compte de l'aldéhyde qui peut disparaître par simple évaporation.

Au bout de 24 heures, on observe déjà un voile; après 48 heures, le voile est très abondant, il tombe pour peu qu'on agite la culture; mais il se renouvelle jusqu'à la disparition totale de l'aldéhyde.

Le dosage de l'aldéhyde a été fait d'après la méthode de Schiff, modifiée par Gayon. Nous donnons ci-dessous les résultats obtenus dans une série d'expériences par l'un des plus actifs de ces microorganismes, une sorte de torula.

Durée de l'expérience.	Aldéhyde disparue en grammes.		Aldéhyde utilisée par la plante en grammes.
	Culture.	Témoin.	
	g	g	g
48 heures	0,290	0,012	0,278
72 »	0,364	0,019	0,345
4 jours	0,570	0,035	0,535
5 »	0,654	0,036	0,618
7 »	0,737	0,048	0,689
10 »	0,845	0,067	0,778
12 »	0,857	0,077	0,780

La quantité d'aldéhyde initiale, dans 200$^{cm^3}$, était de 0^g,867. Dans aucune culture nous n'avons trouvé de produits de combustion incomplète de l'aldéhyde éthylique.

Les essais que nous avons faits, pour obtenir la combustion de l'aldéhyde méthylique, par ces mêmes organismes, ne nous a donné jusqu'ici aucun résultat positif.

On peut interpréter ces résultats en faveur de la théorie qui fait de l'alcool et de l'aldéhyde éthylique deux stades de la digestion des sucres par certaines cellules végétales.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De la quantité de secrétion contenue dans un liquide gastrique donné.* Note de M. J. **Winter**, présentée par M. Armand Gautier.

J'appelle *concentration d'un liquide gastrique* le poids r des matières dissoutes dans l'unité de volume de ce liquide.

J'ai montré, en 1896, que cette concentration varie incessamment du commencement à la fin de toute digestion. La régularité de cette *évolution*, pour des repas homogènes, m'avait frappé et je me suis attaché depuis à en découvrir les causes. Elles sont simples; j'en ai longuement développé l'étude dans plusieurs Mémoires récents (¹). Cette question n'a pas, je crois, d'autre histoire; son intérêt pourtant est considérable.

De ces Mémoires je rappelle seulement, pour les besoins de cette Note, que :

1° La concentration d'un mélange gastrique et son évolution dépendent des trois grandes fonctions de l'estomac (sécrétoire, dissolvante, motrice); elle est, à tout moment, la *résultante* de ces actions fonctionnelles; et toute irrégularité individuelle de ces fonctions entraîne une irrégularité corrélative de son évolution. Cette évolution est, en d'autres termes, une conséquence fatale de la digestion elle-même.

2° Suivant la nature du repas, supposé simple, la théorie prévoit, et l'expérience confirme, trois marches évolutives distinctes de la concentration :

a. Une marche ascendante;

b. Une marche décroissante;

c. Une marche ascendante d'abord, décroissante ensuite.

(¹) *Évolution de la concentration et causes générales de cette évolution* (*Bulletin de la Société philomathique de Paris*, 1906 et 1907).

Pour des repas complexes, ces marches élémentaires se combinent; mais, à la fin des digestions, la concentration aboutit toujours, comme limite, à la concentration r_0 du suc gastrique lui-même.

De cette dernière remarque découle une conséquence pratiquement très importante : c'est la possibilité de distinguer, parmi les liquides gastriques, ceux qui constituent de la sécrétion pure de ceux qui sont encore des mélanges alimentaires. Aucun autre moyen n'a pu, jusqu'ici, fournir ce renseignement. Pour plus de détails, on se reportera aux Mémoires cités.

L'une des conséquences de cette étude, conséquence que j'avais réservée, concerne la *quantité de sécrétion que contient un mélange gastrique donné*. La concentration permet de la préciser; mais cette détermination n'est simple et pratique qu'avec les repas qui engendrent l'un des deux mouvements (a) et (b) mentionnés ci-dessus.

La marche ascendante (a) se rapporte plus spécialement à la digestion de l'eau pure. J'ai dit ailleurs ([1]) comment, dans ce cas, la concentration fournit la quantité de sécrétion du mélange gastrique. Rien ne se prête mieux que l'eau distillée à recueillir la sécrétion, dans l'estomac, sans la dénaturer et sans dénaturer les conditions physiologiques de sa genèse; mais cette digestion est un peu trop rapide pour servir d'épreuve clinique courante.

La marche décroissante (b) est plus propice; elle appartient à un groupe de repas (liquide + solide) dans la digestion desquels l'action chimique propre du suc gastrique sur l'aliment est nulle ou peut être considérée comme telle. Dans ces conditions simplifiées, la concentration initiale ne peut diminuer et ne diminue réellement, que sous l'unique influence de la sécrétion; *c'est une simple dilution qui s'opère progressivement;* l'évacuation n'intervient dans cette dilution que pour en abréger la durée qui, sans cela, serait infinie.

D'après cela, pour un repas idéal de ce groupe (b), la proportion centésimale de sécrétion d'un mélange alimentaire, puisé dans l'estomac à un moment quelconque de sa digestion, est donnée par la relation

$$\frac{r_m - r}{r_m - r_0},$$

où r_m est la concentration maxima initiale, r la concentration actuelle et r_0 celle de la sécrétion gastrique.

([1]) *Loc. cit.*

On remarquera que pour $r = r_0$, ce rapport devient égal à l'unité; le liquide examiné est alors de la sécrétion pure.

Une dissolution de sucre dans l'eau distillée représente un repas type de ce groupe; je m'en suis beaucoup servi pour établir ces faits et j'aurai à y revenir.

Le repas d'Ewald, couramment utilisé dans la pratique, fait également partie de ce groupe, mais avec certaines restrictions que j'ai formulées ailleurs. La relation précédente lui est applicable, mais donne des valeurs un peu faibles pour ses plus hautes et ses plus basses concentrations.

En somme, *c'est le repas d'épreuve lui-même qui livre son secret par sa constitution que modifient et règlent les fonctions digestives*. Il en fournit, de plus, un contrôle relatif.

A la faveur de cette origine, ce résultat permet de remonter directement du mélange stomacal à sa sécrétion. C'est ainsi, par exemple, qu'il devient possible de formuler les propriétés de la sécrétion elle-même (acidité, pouvoir peptique, etc.).

Ces propriétés, communément étudiées sur le mélange gastrique, y sont nécessairement *atténuées* en raison directe de leur dilution par le repas d'épreuve. On pourra désormais tenir compte de cette atténuation.

Je ne puis aborder ici certaines autres conséquences, qui sont plus importantes pour la clinique que les seules qualités de la sécrétion sur lesquelles elle a localisé jusqu'ici son attention. Ce pourra être l'objet d'une Communication ultérieure.

MÉDECINE. — *Réalisation de la transthermie sans altération des tissus normaux par le bain thermo-électrique*. Note de M. Doyen, présentée par M. d'Arsonval.

Lorsqu'en août 1908 j'ai étudié les effets des courants de haute fréquence sur les tissus cancéreux, j'ai constaté que leur action destructive devait être attribuée uniquement à l'élévation de température, et que cette action destructive était fonction de la chaleur obtenue. Je savais, par des expériences antérieures, que le virus cancéreux ne résiste pas à la température de 55° C., tandis que les tissus normaux supportent une température de 58° à 60°.

J'ai bientôt abandonné le résonnateur de Oudin, qui produit des cou-

rants d'une tension inutile et d'une intensité insuffisante, pour adopter le premier dispositif du professeur d'Arsonval.

J'ai constaté que les étincelles de haute fréquence et de basse tension, lorsque l'intensité du courant est suffisante, produisent un effet thermique violent, mais que la pénétration de la chaleur dans la profondeur des tissus est encore mieux réalisée par le contact de l'électrode. L'effet est d'autant plus intense que la surface de l'électrode est plus réduite. Lorsque l'électro-coagulation dépasse les limites du cancer, les nerfs résistent moins bien que les vaisseaux parce que les parois vasculaires sont refroidies par le courant sanguin.

J'ai cherché à éviter l'excès de température en distribuant la transthermie sur une surface d'une certaine étendue, avec un disque métallique; la peau s'échauffe et blanchit à la circonférence de cette électrode, tandis qu'il ne se produit au centre aucune élévation de température.

Il me fallait trouver un dispositif capable d'assurer une répartition régulière de l'effet thermique.

J'ai obtenu ce résultat en interposant entre l'électrode et les tissus de l'eau salée isotonique. Cette eau salée est versée dans la plaie, ou bien on la retient par un bourrelet pneumatique non conducteur. On peut employer une électrode tubulaire et un courant d'eau salée.

Les effets du bain thermo-électrique sont très intéressants.

Supposons une cavité résultant de l'ablation de ganglions cancéreux du cou. Au fond de la plaie se trouvent la jugulaire, la carotide et le nerf pneumogastrique. Or, la moindre étincelle de haute fréquence jaillissant au voisinage du nerf pneumogastrique peut déterminer la mort.

Le bain thermo-électrique, dont on peut suivre les effets à l'aide du thermomètre centigrade à alcool, où l'on n'observe pas les courants secondaires de Foucault, élève la température de la plaie dans toute son étendue et permet d'obtenir exactement l'effet utile, c'est-à-dire la température de 55° à 58° sans produire aucune lésion des tissus normaux.

Si la température du liquide dépasse 55°, il est facile de l'abaisser par un courant d'eau salée froide. Le refroidissement de l'eau salée conductrice ne s'oppose aucunement à l'effet de transthermie. On peut employer le bain thermo-électrique au traitement de certaines affections des cavités articulaires et viscérales.

Le bain thermo-électrique réalise, en Médecine et en Chirurgie, un progrès considérable, car il permet de détruire la plupart des cellules pathologiques sans altérer les tissus normaux, plus résistants à la chaleur.

Le bain thermo-électrique prévient à coup sûr, après les opérations chirurgicales, la réinoculation des cellules cancéreuses dans la plaie.

Remarques à propos de la Communication de M. Doyen,
par M. d'Arsonval.

Pour l'intelligence de la méthode décrite ci-dessus par M. Doyen il ne sera peut-être pas inutile de rappeler quelques faits sur lesquels j'ai déjà attiré l'attention de l'Académie depuis 1893.

Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* le 20 mars 1893 j'annonçais que j'avais pu faire passer à travers les bras chez plusieurs sujets un courant de haute fréquence *de plus de* 3 *ampères* sans amener d'autre phénomène *qu'une sensation intense de chaleur au niveau des poignets*.

Cette sensation était la seule cause qui limitait l'intensité susceptible d'être supportée. Le fait fut vérifié, mesuré et confirmé par nos regrettés collègues A. Cornu et J. Marey qui dans une de ces expériences avaient servi de patients et entre lesquels le courant de haute fréquence traversant leurs corps avait pu allumer impunément une série de lampes à incandescence au blanc éblouissant. M. Cornu a publié le fait dans les *Comptes rendus* (séance du 3 juillet 1893).

Dans une Note du 6 juillet 1896, insérée également aux *Comptes rendus*, je décris un dispositif constitué par l'association d'un transformateur industriel, d'une self de réglage et d'un condensateur à pétrole capable de donner des courants de haute fréquence très puissants absorbant pour leur production 3 kilowatts.

Avec ce matériel je pus faire passer chez les animaux des courants de fréquence capables de porter leur corps à une température très élevée *par effet Joule* et toujours sans aucune action ni sur *la sensibilité ni sur la contractibilité musculaire*. Chez certains animaux l'effet calorifique résultant du passage du courant était tel que les membres postérieurs furent en quelques minutes littéralement cuits. Chose extraordinaire, l'animal ne manifestait aucune douleur mais quelques jours après les membres postérieurs s'éliminaient et laissaient des moignons parfaitement cicatrisés. Le courant arrivait aux membres par l'intermédiaire de deux bains liquides abondants *qui restaient froids*. J'ai présenté ces animaux en 1896 à mon Cours du Collège de France ainsi qu'à la Société de Biologie et j'ai signalé ces faits à l'Académie dans la séance du 30 décembre 1901 (*Comptes rendus*, p. 1297).

Malgré leur importance au point de vue des applications à la Médecine et à la Chirurgie ces faits sont restés inutilisés des médecins pendant nombre d'années.

Ce n'est qu'en 1906 que von Bernd, à Vienne, décrivit à nouveau cette méthode sous le nom de *Thermopénétration* et en fit une application médicale.

Vers la même époque et de façon indépendante, le professeur Nagelschmidt (de Berlin) décrivait les mêmes phénomènes sous les noms de *Diathermie* et de *Transthermie*.

Ce dernier à l'occasion du Congrès international de Physiothérapie, qui s'est tenu à Paris du 29 mars au 3 avril 1910, a écrit un très intéressant rapport sur *Les effets thermiques produits par les courants de haute fréquence sur l'organisme* [Voir *Journal de Bergonié* (*Archives d'Électricité médicale*), 10 mars 1910].

Ce rapport a donné lieu à une discussion des plus intéressantes au Congrès où furent rappelées mes expériences antérieures.

Le professeur Bergonié (de Bordeaux), président de la 4e section (Électrothérapie) résumait ainsi la discussion :

M. Bergonié. — « Je crois que tout le monde est bien d'accord et *M. Nagelschmidt pense comme nous*, que la diathermie n'est qu'une application des courants de haute fréquence, comme les applications avec la chaise longue, le grand solénoïde ou le résonnateur. Toutes ces applications sont des *d'Arsonvalisations*, mais avec des dispositifs et des effets différents. Cette question de mot à donner aux applications dont a si bien parlé M. Nagelschmidt n'a pour nous qu'une importance secondaire : ce qui l'est davantage, c'est qu'on reconnaisse unanimement que ces applications thermiques des courants de haute fréquence ont été signalées dès le début par d'Arsonval qui les a mesurées, les a produites avec des intensités élevées et a déterminé sur les animaux des accidents en tout semblables à ceux qu'on observe aujourd'hui chez l'homme. »

Pour la technique de la production de ces courants je renvoie à mes différentes Notes à l'Académie et surtout à la Communication que j'ai faite à la Société internationale des Électriciens (avril 1910).

Dans cette Communication je fais l'historique de la question et je montre notamment que le matériel et les méthodes *de production* des ondes électriques utilisées en télégraphie sans fil sont exactement le matériel et les méthodes que j'avais imaginés nombre d'années auparavant pour la haute fréquence médicale.

Les effets thermiques de la haute fréquence sont appelés à prendre une importance capitale en thérapeutique. Avant le Congrès de Paris,

MM. Zimmern et Turchini, en Médecine, Doyen, en Chirurgie, ont été les seuls en France à s'occuper de cette question.

Vu son importance, il est par conséquent intéressant de signaler tout perfectionnement apporté à la technique. J'ai pu constater *de visu* les faits physiques signalés par M. Doyen dans la Note ci-dessus. Je n'ai pas qualité pour en apprécier la valeur chirurgicale.

J'en laisserai donc à l'auteur tout l'honneur, mais aussi l'entière responsabilité.

GÉOLOGIE. — *Composition des divers termes de l'Aquitanien dans le Bazadais.* Note de M. J. **Repelin**, présentée par M. Pierre Termier.

Les dernières observations que nous avons faites dans le sud-ouest de la France et, en particulier, dans le Bazadais, ont modifié d'une manière notable la conception qu'on avait de l'étage aquitanien dans cette région. Nous ne signalerons ici que les faits les plus importants au point de vue de la stratigraphie générale et des conséquences directes qu'ils ont sur les essais d'étude de la faune aquitanienne.

I. Il s'agit d'abord de la limite d'extension vers l'Ouest du calcaire blanc de l'Agenais. Bien développée aux environs d'Agen et de Nérac, cette formation va en s'amincissant vers l'Ouest. Elle est déjà très réduite vers la Réole et dans la région de Grignols et, lorsqu'on suit ses affleurements de là jusqu'à Bazas, on les voit diminuer progressivement d'épaisseur pour passer à des marnes à *Unio* dans les coteaux de Bazas et de Sauternes.

La première conséquence de ce fait important est qu'il n'y a pas de calcaire d'eau douce pour représenter le calcaire blanc de l'Agenais dans les environs immédiats de Bazas et, à plus forte raison, à Villandraut situé plus à l'Ouest. *Le calcaire dit de Villandraut, considéré jusqu'à présent, même dans les ouvrages didactiques, comme un des meilleurs types de l'Aquitanien inférieur lacustre (Stampien supérieur pour certains?) n'appartient pas à cet horizon.*

II. Un autre fait important est la réduction considérable du calcaire gris, également dans la même région et de l'Est à l'Ouest.

Cette réduction est telle, aux environs même de Bazas, que jusqu'à nos dernières observations la présence de ce niveau d'eau douce de l'Aquitanien

supérieur avait été méconnue et que l'on a pu, tout récemment, admettre que la faune marine du falun de Bazas appartenait à l'Aquitanien inférieur et qu'il n'y avait pas là de représentant de l'Aquitanien supérieur ([1]). En réalité, la partie des couches marines de Bazas, supérieure au calcaire gris de l'Agenais, appartient incontestablement à l'Aquitanien supérieur, la partie inférieure, séparée de la précédente par un niveau d'eau douce de moins de 1^{m} parfois, ne peut, avec certitude, être attribuée en totalité à l'Aquitanien inférieur. Dans les environs de Villandraut, le niveau d'eau douce, autrefois considéré comme Aquitanien inférieur, représente avec certitude le calcaire gris très typique intercalé entre les deux niveaux marins identiques à ceux de Bazas. Cette situation entre deux couches marines suffirait à dissiper les doutes, au sujet de l'âge de ce calcaire, si nous ne savions pas déjà que le calcaire blanc n'existe plus dans cette région.

La faune bien connue de la Saubotte, en place au-dessus de ce calcaire, se rattache donc incontestablement à l'Aquitanien supérieur ainsi que celle du moulin de Gauvachot également connue ([2]).

Ces faits rendent indispensable une revision rigoureuse de tous les gisements aquitaniens du Sud-Ouest si l'on veut entreprendre des études d'ensemble sur les faunes des divers sous-étages. Il est impossible, par exemple, de savoir actuellement quels sont, parmi les fossiles recueillis jusqu'ici à Bazas, ceux qui sont spéciaux à la partie moyenne ou supérieure de l'étage aquitanien.

GÉOLOGIE. — *Sur la succession des cycles d'érosion dans la région gallo-belge.* Note ([3]) de M. A. **Briquet**, présentée par M. Ch. Barrois.

Le relief continental du nord de la France et de la Belgique est, pour la plus grande part, l'œuvre de l'érosion. Il montre un caractère composite.

En terrain homogène, les vallées en lesquelles il se résout sont formées d'une série de segments étagés, restes de vallées élémentaires emboîtées

---

([1]) G. Dollfus, *Essai sur l'étage aquitanien* (*Bull. sem. Carte géol. de France*, n° 124, t. XIX, p. 20).

([2]) *Loc. cit. ante*, p. 20.

([3]) Présentée dans la séance du 4 juillet 1910.

dont chacune a atteint un stade de développement moins avancé que celle dans laquelle elle s'emboîte. Jeunes ou mûres au voisinage des thalwegs, les formes du terrain sont séniles sur le sommet des versants.

De l'amont vers l'aval on observe le même emboîtement de ces vallées étagées dont les plus récentes, et de formes les plus jeunes, relaient successivement, le long du thalweg, les plus anciennes parvenues à un stade morphologique plus avancé.

Le relief formé de cet emboîtement de vallées élémentaires résulte donc de l'action de l'érosion au cours d'un certain nombre de cycles : cycles dont l'évolution atteignit un degré de maturité de moins en moins grand, des plus anciens aux plus récents.

Le nombre de cycles qu'on peut reconnaître dans la région gallo-belge (de la mer aux plateaux de l'Ardenne), en remontant le cours des rivières, est considérable (plus de 20). Du thalweg de la Lys au sommet des collines flamandes on en compte une dizaine ; une quinzaine, le long de la vallée de la Hoëgne, depuis les Hautes-Fanges jusqu'au confluent avec la Vesdre.

Ce nombre de cycles d'érosion, dont conservent la trace les formes du relief actuel, doit être cependant inférieur au nombre des cycles qui se sont réellement succédé. On ne peut, en effet, voir conservées les formes d'érosion d'un cycle, si ce cycle fut suivi d'un autre assez avancé dans son évolution pour avoir fait disparaître, par une dissection complète, les formes du premier.

La série des cycles dont les traces sont conservées correspond à un abaissement progressif du niveau de base de l'érosion (sans qu'il semble être intervenu de mouvement de gauchissement simultané de l'écorce terrestre, tant est régulier l'étagement des formes élémentaires sur toutes les parties de la région ; de sorte qu'on pourrait dire des cycles de cette série qu'ils sont *concordants*).

L'abaissement, dont l'amplitude totale est certainement supérieure à 500^{m}, s'est effectué par étapes dont l'amplitude partielle allait sans cesse décroissant, passant de 40^{m} ou 30^{m} pour les plus anciennes à 20^{m}, 10^{m} et même moins pour les plus récentes, jusqu'à ce que le niveau de base se soit trouvé inférieur à sa position actuelle (maximum de creusement des vallées). Alors commença une période de remblaiement (plaines d'alluvions fluviales : Lys, Escaut; ou marines : Plaine maritime, Bas-Champs) où semblent s'être encore marquées des subdivisions (recreusement de la vallée moderne de la Lys et de l'Escaut).

L'origine de la série de ces cycles concordants est post-pliocène : les terrains pliocènes supérieurs des collines flamandes et du nord de la Belgique (déjà affectés par le mouvement de gauchissement qui les a abaissés du Sud vers le Nord) ont, comme les terrains plus anciens, subi l'action de l'érosion au cours de la série; il résulte de là pour l'époque pléistocène, qui embrasse cet ensemble de cycles, une durée très importante. De cette durée la période glaciaire ne correspond qu'à une petite et dernière portion (les sédiments contemporains de l'âge glaciaire occupent dans la région la partie tout à fait inférieure des vallées).

M. **Alexandre Sée** communique une Note dans laquelle il établit, par un raisonnement théorique, une formule empirique

$$F = \alpha R^4 \pi m \Delta \left(N^2 - \frac{V^2}{H^2} \right)$$

donnée et vérifiée par M. Riabouchinsky, sur la poussée des hélices aériennes placées dans un courant d'air axial.

M. **Henri Mémery** adresse une Note intitulée : *Coïncidences remarquables entre les variations des taches solaires et les variations de la température à Paris, Bordeaux et Pau, pendant l'hiver et le printemps* 1910.

A 4 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 juillet 1910.

Osservazioni astronomiche e fisiche sulla topografia e costituzione del pianeta Marte, fatte nella Specola Reale in Milano coll' equatoriale Merz-Repsold durante l'opposizione del 1890, per G.-V. Schiaparelli. (*Memorie della R. Accademia dei Lincei :* Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali; 5e série, t. VIII, fasc. 2.) Rome, 1910; 1 fasc. in-4°.

Le Tibet dévoilé, par Sven Hedin; Ouvrage traduit et adapté par M. Charles Rabot, 69 gravures tirées hors texte, 1 carte en couleurs. Paris, Hachette et Cie, 1910; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Alfred Grandidier. Hommage de l'auteur.)

Statique graphique des systèmes de l'espace, par B. Mayor; texte et atlas. Paris, Gauthier-Villars; Lausanne, F. Rouge et Cie, 1910; 1 vol. et 1 atlas in-8°. (Présenté par M. Maurice Levy.)

Les convulsions de l'écorce terrestre, par Stanislas Meunier, 35 illustrations documentaires. Paris, Ernest Flammarion, 1910; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Un nouvel observatoire français, par M. Robert Junckheere, Directeur de l'Observatoire d'Hem (Nord). (Extr. des *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences :* Congrès de Lille, 1909.) Paris, 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Tératologie humaine : Brachydactylie symétrique et autres anomalies osseuses héréditaires depuis plusieurs générations, par le Dr E. Vidal (Hyères). (Extr. du *Bulletin de l'Académie de Médecine*, séance du 21 juin 1910.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La polyspermie expérimentale comme moyen d'analyse de la fécondation, par A. Brachet, avec 9 figures dans le texte. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1910; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Iowa Geological Survey, t. XIX : *Annual Report*, 1908, with accompanying papers. Des Moines, 1909; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

—

(Séance du 7 mars 1910.)

Note de *M. de Séguier*, Sur le groupe symétrique et le groupe alterné :

Page 599, ligne 19, *au lieu de*

$$\text{si}\quad t = 2\tau;\qquad l = \frac{(\tau+1)(\tau+2)}{2},$$

lire

$$\text{si}\quad t = 2\tau.$$

Page 600, ligne 3, *au lieu de*

$$\beta = \varepsilon^{\frac{t(t-1)}{2}+t},$$

lire

$$\beta = \varepsilon^{\frac{t(t-1)}{2}x+t}.$$

(Séance du 30 mai 1910.)

Note de M. *Armand Gautier*, Quelques remarques, au point de vue géologique et chimique, relatives à l'action que la chaleur exerce sur l'oxyde de carbone :

Page 1386, ligne 9, *au lieu de* 1200°, *lire* 800°.